

2003年11月26日
核データ・チュートリアル

炉定数の作成方法

~ *NJOY* コードの利用方法の初心者講習として ~

住友原子力工業株式会社

小迫 和明

目 次

	ページ
1 . 炉定数とは何か _____	1
2 . NJOY コードの概要 _____	2
2.1 入出力ファイル管理	4
3 . 断面積ライブラリー _____	6
4 . 入力データの説明 _____	8
5 . NJOY のインストールと修正の方法 _____	24
5.1 インストール	24
5.2 修正方法	25
6 . エラーメッセージ対応 _____	28
付録 A NJOY99 の Userinp (入力データ)	29
付録 B NJOY99 のサンプル出力リスト例 (out13 の抜粋)	47

1 . 炉定数とは何か

このチュートリアルで与えられたテーマは「炉定数の作成方法」であるが、私がお話を受けたときには「NJOY の使用方法」ということであった。何時、何故変更になったかよくわからないが、私は最初の NJOY の使用方法という観点から炉定数の作成方法をみていきたいと思う（その意味で副題を付けた）。

このように考えていると、テーマの炉定数とは何だろうという疑問が湧いてきた。以下に文献（石森富太郎編「原子炉工学講座 3 = 原子炉物理」(1973 年、培風館)の第 編・原子炉計算と計算コードの第 2 章・群定数の概念(桂木学著)の 234 ページ)からの引用を記す：

『 原子炉の計算では、ボルツマン方程式を種々の方法で近似し多群法によって数値解を求める。これらの計算を行うにあたって、群定数をあらかじめ定めておかなければならない。そのためには、原子炉を構成する各核種の微視的群平均断面積とそれに対する補正因子やその他の群定数を表にしてまとめておき、原子炉の組成、燃料配列の格子構造、温度などが与えられれば巨視的群平均断面積など計算に必要な諸定数がただちに求まるようにしておくことと便利である。この目的のために準備された定数表を炉定数セットという。

特定の原子炉に用いる群平均断面積などを群定数といい、群定数を与えるために炉型に独立な普遍的な定数として表などにまとめられた値を炉定数という。 』

私の語感では、炉型に独立なものを炉定数というのはどうも違和感がぬぐえない。

この原子炉工学講座の発刊から 30 年を経た現在では、当時と比べて計算機性能、輸送計算コード、評価済核データファイル、ベンチマーク実験解析などで格段の進歩があり、炉定数に対する認識も変化していると思う。現在は、輸送計算コードで使用する断面積ライブラリーを指していると思われる。多群輸送計算の方法は当時と殆ど変わらないが、近年は連続エネルギーモンテカルロコードの隆盛により、巨視的断面積の作成が省かれて核データと断面積ライブラリーの違いが非常に小さくなってきている。そのため、計算条件として計算コードと核データファイル名のみを記載し、断面積ライブラリーを明示しないレポートも見受けられる。また、著者自らが断面積ライブラリーを一時的に作成して計算に使用する場合も明示されない。断面積ライブラリーと核データファイルは同一であるとの見方が徐々に広がりつつあるように思う。

さて、現在の炉定数は、輸送計算用のデータベースという位置づけは普遍であるが、多群輸送計算と連続エネルギーモンテカルロ計算という計算手法の違いに因って、異なる形式を有している。多群法の炉定数は、従来通り微視的群平均断面積とそれに対する補正因子からなる。連続エネルギー法の炉定数は、エネルギー点の断面積とエネルギー・角度分布データからなる。このため私は、「炉定数」という言葉よりも、輸送計算コード側の視点で使用される「断面積ライブラリー」という言葉で表記した方がいいと思っている（このテーマ名を決めた方、御免なさい）。

2 . NJOY コードの概要

このチュートリアルの主目的である NJOY コードの利用方法を説明する前に、この核データ処理コード (Nuclear Data Processing System) NJOY がどのようなものか、その概要を述べたい。NJOY は、評価済核データファイル (Evaluated Nuclear Data File; ENDF) を処理して連続エネルギーや多群断面積及び核データに関連した量を作成するためのコードパッケージである。NJOY は、米国の核データファイル ENDF/B-III, ENDF/B-IV, ENDF/B-V と ENDF/B-VI を処理するためにロスアラモス国立研究所 (LANL) の T-16 グループ (以前は T-2) で開発・整備されている。主開発担当者は Dr. R. E. MacFarlane であり、Dr. D. W. Muir と Dr. R. M. Boicourt が共同開発者である。NJOY の開発は、1973 年に MINX (Multigroup Interpretation of Nuclear X-sections from ENDF/B) コードの後継として始まった。以来、様々な単目的の処理コードの機能を統合したり、独自に開発した処理機能を追加したりしながら今日に至っている。そして現在は、ENDF-6 書式を処理できる世界的な標準コードとなっている。コードの公開の履歴を追うと、1977 年に初公開、1978 年に第 2 版、1981 年に NJOY 10/81、1983 年に **NJOY 6/83**、1989 年に NJOY 89、1991 年に **NJOY 91**、1995 年に NJOY 94、1998 年に NJOY 97、2000 年に **NJOY 99** が RSICC を通じて公開されている。開発版として NJOY 2000 の名前が噂されている。NJOY91 以降は、LANL/T2 の HP 上でマイナーバージョンアップ用のパッチが公開されるようになった。そのため、一口に NJOY99 と言っても、NJOY99.0, 99.12, 99.14, 99.24, 99.32, 99.50, 99.64, 99.67, 99.81 のバージョンが存在する。

NJOY の公開マニュアルは、1994 年に出された「R.E. MacFarlane and D. W. Muir: "The NJOY Nuclear Data Processing System, Version 91", LA-12740-M (1994)」が最新版である。そのため、現在の NJOY99 とは一部に違いが生じている。従って、NJOY91 以降のユーザーは、パッチと共に公開される Userinp という名称のテキストファイルを参照して入力データの変更等を確認することになる (これは各モジュールのヘッダー部分を集めただけのものであるから不可欠という訳ではない ; 付録 A 参照)。

NJOY は、機能別に分離された完全モジュール構造のコードである。表 2.1 に NJOY99 のモジュール名とその機能の概要をまとめて示す。モジュール名の枠内の色は、ピンクが管理用モジュール、黄色が核データ処理用モジュール群、水色が断面積ライブラリー作成・形式変換用モジュール群、灰色がプロット・可視化用モジュール群を表す。各モジュールのもっと詳しい説明と入力データについては第 4 章を参照されたい。NJOY の実行は、モジュールの任意の組み合わせにより、ユーザーの必要とする形式の断面積ライブラリーまたは断面積データを得ることを通常は目的とする。稀に中間ファイルや処理の途中結果を必要とすることもあるが、それは NJOY の主目的ではないため、多くの場合プログラムの修正・変更を必要とする。

表 2.1 NJOY99 コードの各モジュールの機能概要

モジュール名	機能の概要
NJOY	他のモジュールによるデータの流れを管理する。複数のモジュールで使用される共通の基本的な関数とサブルーチンを含む。
RECONR	共鳴パラメータと内挿機構により連続エネルギー断面積を再構成する。
BROADR	温度によるドップラー拡張を行って、連続エネルギー断面積のエネルギー点を間引く。
UNRESR	非分離共鳴領域における実効的な自己遮蔽連続エネルギー断面積を計算する。
HEATR	連続エネルギー発熱断面積 (KERMA 因子) と照射損傷断面積を生成する。
THERMR	熱中性子エネルギー領域における自由ガスまたは束縛散乱の断面積とエネルギー行列を作成する。
GROUPE	連続エネルギー断面積から自己遮蔽多群断面積、群散乱行列、光子生成行列、荷電粒子断面積を生成する。
GAMINR	多群光原子断面積、KERMA 因子、及び光子の群散乱行列を計算する。
ERRORR	共分散データから多群共分散行列を計算する。
COVR	ERRORR の出力を読み込み、共分散のプロットと書式付き出力を実施する。
MODER	ENDF 形式ファイルを書式付きとブロック化バイナリーの間で変換する。
DTFR	DTF-IV コード用ライブラリーが利用可能な輸送計算コードのために多群データを形式変換する。
CCCCR	CCCC 標準中間ファイル ISOTXT, BRKOXS と DLAYXS に多群データを形式変換する。
MATXSR	多くの粒子輸送コード用のライブラリーを作成する TRANSX コードで使用される MATXS 物質断面積中間ファイルに多群データを形式変換する。
RESXSR	熱中性子束計算用の CCCC の様な形式で連続エネルギー断面積を作成する。
ACER	連続エネルギーモンテカルロコード MCNP 用の ACE 形式のライブラリーを作成する。
POWR	EPRI-CELL と EPRI-CPM コード用のライブラリーを作成する。
WIMSR	熱中性子炉体系コード WIMS-D と WIMS-E 用のライブラリーを作成する。
PLOTR	連続エネルギーと多群データの両方について、断面積のプロット図と分布の透視図を描く。
MIXR	主にプロット用として、元素やその他の混合物の合成断面積を作る。
PURR	連続エネルギーモンテカルロコード MCNP 用に非分離共鳴領域の確率テーブルを提供する。
VIEWR	PLOTR, DTFR, COVR 等からのプロット図を PostScript 形式で可視化する。
LEAPR	熱中性子減速材用の $S(\alpha, \beta)$ を作成する。
GASPR	ガス生成データ (MT=203-207) を PENDF 中間ファイルに出力する。

NJOY では、断面積について連続エネルギー（pointwise）と多群（multigroup）の2種類の区別が存在する。連続エネルギーは、線形内挿可能なエネルギー点毎に断面積を与えるものである。多群は、ユーザーの指定した複数のエネルギー群境界値と構造で群平均した断面積を与える。一般に NJOY では、核データから最初に連続エネルギー断面積を作成し、それを必要に応じて多群断面積に平均化する。多群形式から連続エネルギー形式に変換することはできない。

NJOY99 の公開版は、ENDF/B-VI のみを処理できるように検証と整備作業がなされている。これは、日本の JENDL-3.3、欧州の EFF3 や JEFF の最新版などの核データファイルについての処理を保証しないことを意味する（処理テスト等も行われており、将来的な改良はなされる）。そのため、欧州では OECD/NEA 傘下に NJOY Users Group が組織され、処理に関する情報交換と NJOY 開発者への要望がなされている（メーリングリストへの参加は日本からでも可能である）。

2.1 入出力ファイル管理

NJOY コードは、その実行時に複数の入出力ファイルを使用する。ユーザーが NJOY にファイルを割り当てる必要があるものと、NJOY が内部的に使用するものがある。NJOY が内部的にスクラッチファイル（scratch file）として使用する論理装置番号は、予約分も含めて 10～19 に固定されており、ユーザーはこの番号を入力データで使用してはならない。また、1～9 の装置番号もシステム制御のために使用または予約されており使用しない。従って、ユーザーが使用可能な装置番号は、20～99 である。計算機システムによっては、100 以上の装置番号も割り当て可能なものもあるが、NJOY では番号の制御上使用できない。

ユーザー指定可能な保存ファイル用の装置番号 20～99 は、固定ファイル名の "tape20"～"tape99" に割り当てられる。番号が文字"tape"に付属する形でファイル名は表現される（装置番号 23 は"tape23"となる）。この tape は、論理装置番号に割り当てられるファイルに対して使用される NJOY 独特の呼称である（昔の名残でもあるが、計算機システム依存性は完全に排除できる）。ユーザーが NJOY を実行するディレクトリー内にこのファイル名でファイルは作成される。ユーザーが入力データ中で指定する装置番号は、正負の整数であり、正は書式付きテキスト形式ファイルを意味し、負はバイナリー形式ファイルを意味する。データの入出力効率は当然バイナリーの方が高い。なお、各モジュール内においては、中間ファイルの入力と出力におけるファイル形式（テキストまたはバイナリー）は一致していなければならないことに注意されたい。

NJOY99 は、入力データファイルとして核データファイルが必須である。処理可能な核データの ENDF 書式は、ENDF-4, 5, 6 書式に対応し、熱中性子散乱データは ENDF-3 と 6 書式に対応する。入力する核データファイルは、"ENDF/B tape" と呼ばれる（多くの場合、これは"tape20"に割り当てられる）。作成・使用される中間ファイルは、連続エネルギー形式の "point-ENDF (PENDF と呼ぶ)" と多群形式の "groupwise-ENDF (GENDF と呼ぶ)" の 2

種類がある。モジュール間のデータの受け渡しには、この PENDF tape と GENDF tape が使用される。各モジュールは、その実行より前の他のモジュールがどのようなファイルの割り当てを受けていたかについての情報を持たない。NJOY により最終的に作成される各種の断面積ライブラリーは、通常はテキスト形式ファイルである。

NJOY の入力データは、標準 I/O リダイレクションにより装置番号 5 から入力され読み込まれる。出力リストは、装置番号 7 から固定名ファイル "**output**" に出力される。実行時メッセージとエラーメッセージは、標準 I/O リダイレクションにより装置番号 6 から出力される。

3 . 断面積ライブラリー

NJOY コードの実行目的は、断面積ライブラリーの作成である。NJOY は、現在世界の汎用核データ処理コードとしての地位を占めているため、及び開発の歴史的経緯から種々の断面積ライブラリーが作成可能となっている。しかし、あらゆる断面積ライブラリーが作成可能というわけではなく、主要なもののみである。また、開発機関が LANL であるため、そこで開発・利用されているものが中心となる。

表 3.1 NJOY コードにより作成できる断面積ライブラリーと輸送計算コードの対応

データ形式	断面積ライブラリー	作成モジュール	対応する輸送計算コード等	必要な変換コード
連続エネルギー	ACE	ACER	MCNP, MCNPX	
	RESXS	RESXSR		TRANSX2?
多群	DTF	DTFR	DTFR-IV, ANISN, etc.	
	MATXS	MATXSR	ANISN, DORT, TORT, ONEDANT, TWODANT, DIF3D, etc.	TRANSX2
	CCCC-IV	CCCCR	SPHINX, TDOWN, DIF3D, ONEDANT, TWODANT, etc. <MATXS conversion>	LINX, BINX, CINX
	EPRI	POWR	EPRI-CELL, EPRI-CPM	
	WIMS	WIMSR	WIMS-D, WIMS-E	
	COVFILS	COVR	SENSIT, SENSIT-2D, {FORSS}	

表 3.1 に NJOY により作成できる断面積ライブラリーと輸送計算コード等との対応関係を示す。枠内を水色で示したものが NJOY における主要な作成対象である。機能として存在するので表に記載したが、RESXS と EPRI のライブラリーは今後も一般に使用されることはないと思われる。国内で利用が見込めるライブラリーは、ACE (A Compact ENDF), MATXS, WIMS, COVFILS である。DTF は、簡便な輸送テーブル形式のライブラリーであるが、今後使用される頻度は低い。同一形式のライブラリーを MATXS + TRANSX2 によりもっと適切な条件で作成可能だからである。CCCC 形式も同様に MATXS + TRANSX2 による作成に移行した。現在の NJOY は、連続エネルギーは ACE 形式、多群は MATXS 形式の整備に主眼がおかれている。

ACE 形式は、世界の標準コードとなった連続エネルギーモンテカルロコード MCNP 用の断面積ライブラリー形式である。通常データ構成は、連続エネルギー断面積、等確率角度ビンとエネルギー分布（またはエネルギー角度分布）からなる。核データファイルの形式に

準拠した様な形式であり、核データへの近似度は最も高いと言える。取り扱える核データの様式は、汎用中性子入射ファイル、ドシメトリファイル、光原子相互作用ファイル、光核データファイル、荷電粒子入射ファイルであり、これらは全て MCNP または MCNPX で利用可能である。

MATXS 形式は、多群形式におけるマスター断面積ライブラリーであり、これを輸送計算コードが直接使用することはない。データ構成は、データ形式記述用制御データ、多群形式の微視的部分反応断面積、自己遮蔽因子と散乱行列から主になる。MATXS ライブラリーは、専用の TRANSX2 コードにより、ANISN, DORT, TWODANT 等で使用できる自己遮蔽を考慮した巨視的断面積ライブラリーに変換される。近年では、エネルギー群の縮約という手法を取り入れる必要性が薄れ、連続エネルギーを意識した多数群でマスターライブラリーが作成されることもある。国内では馴染みが薄いかもしいが、世界的にはポピュラーなものであり（特に炉内構造物の照射損傷など）RSICC から幾つかライブラリーが公開されている。

WIMS 形式は、英国の AEE/Winfrith で開発されている炉物理(炉心解析)コード WIMS-E 用の多群断面積ライブラリーである。データ構成は、断面積（輸送、核分裂と捕獲）、熱外中性子の変換行列、核分裂源データ、熱中性子散乱行列からなる。

COVFILS 形式は、原子炉感度解析コード SENSIT 用の多群共分散ライブラリーである。但し、このライブラリー形式の正式名称がないため、RSICC から公開されているライブラリーの共通名称である COVFILS から取った。データの格納形式は Boxer 様式に基づいている。データ構成は、多群形式の部分反応断面積と反応型式の組毎の共分散行列からなる。感度解析コードとしては FORSS もあるが、このライブラリーを直接使用することはできないため、データ形式の変換等が必要である。

NJOY を使う前に、作成しようとしている断面積ライブラリーについて十分検討する必要がある。使用できる計算コード、適用条件、結果として得たい値、時間、計算機環境などを勘案して最適なものを選ぶべきである。この時、特に多群断面積ライブラリーが内包する近似による影響も可能なら配慮すべきである（問題点としてだけでなく、利点として捉えることもできる）。

4 . 入力データの説明

NJOY の入力データは、第 2 章で述べたマニュアルと Userinp ファイル (付録 A 参照) を見れば、大部分のものは明確であり、至難のものとはならない。けれども、核データと断面積ライブラリーに関する知識が全くない初心者にとっては辛いかもしれない。そのため、この章では主要なモジュールについて初心者向けの説明をしたい。

NJOY99 の入力データは、自由形式 (free format) で記述される。そのため、ユーザーは入力データの順序と型 (整数、実数と文字) に注意を払えばよく、カラム位置に束縛されない。実数データを整数で与えてもよい。文字データは、引用符 (single quotation; ') で取り囲む。整数と実数の入力データは、暗黙の型宣言に従う (変数名が i, j, k, l, m, n で始まる変数が整数、それ以外は実数)。また、NJOY の入力データは、カード (card) と呼ばれる 1 個以上の入力データからなる単位で構成されている。カード上の入力データは、1 個以上であれば任意の個数の空白カラムにより区切られる。モジュールへの入力データは複数のカードから成り立っている。このカードへの入力は、入力データファイルの 1 行で完結させる必要はなく、そのカードに割り当てられた入力数のデータを読み込むまで継続される。もしユーザーがそのカードの入力データの暗黙値 (default value) を使用したい場合や入力する必要がない場合には、スラッシュ (/) を記述することにより入力を途中で打ち切ることができる。入力データを全く記述せず、スラッシュのみのカードを与えてもよい。NJOY の入力データは稀にマイナーバージョンの更新であっても変更されることがあるので、新規の追加データの欠落によるエラーを回避するためにカードの入力データの末尾にはスラッシュを記述する慣習を取り入れるのもよい。

NJOY の入力データの多くには、予め値が設定される暗黙値が用意されている。この暗黙値はある意味で推奨値のように見ることでもできる。前述したように暗黙値を使用する場合にはスラッシュによりカード上のそれ以降の入力を省略することにより行う。実際の暗黙値は、Userinp などの説明文中に (default=0) の形式で記述してある。なお、文字データには暗黙値がないことに留意されたい。

各モジュールの入力データを記述する場合、最初のカードでモジュール名を指定する必要がある。このカードにはモジュール名以外は記述しない。**モジュール名**は表 2.1 に示されているが、入力データで記述する場合には全て小文字であることに注意されたい。この入力においては、引用符をモジュール名に付けない。必要な全てのモジュールの入力を記述した最後に、NJOY の終了を意味する "stop" を記述したカードを置く。

入力データの記述例 1 を図 4.1 に示す。これは、JENDL-3.3 の炭素 (carbon; C-nat.) を処理して MCNP 用の中性子断面積ライブラリーを作成する場合の例である (温度 300 K)。青字はモジュール名である。本章の最後に、Nb-93 について GROUPT と MATXS のみの入力データの記述例 2 を図 4.2 に示す。

以下の各節でモジュール毎の入力データの説明をする。カード番号の前の と の記号は、必須のカードと入力条件により与えられるカードを意味する。入力条件は、カード番号の後

に丸括弧により明示されている。

```
moder
20 -21 /
reconr
-21 -22 /
'pendf tape for C-nat. from jendl-3.3 file' /
600 2 /
0.001 /
'C-nat. from jendl-3.3 file' /
'processed by the njoy nuclear data processing system' /
0 /
broadr
-21 -22 -23 /
600 1 0 0 0 /
0.001 /
300. /
0 /
heatr
-21 -23 -24 0 /
600 5 /
302 318 402 443 444 /
thermr
0 -24 -23 /
0 600 8 1 1 0 1 221 0 /
300. /
0.001 4.6 /
acer
-21 -23 0 26 27 /
1 1 1 .33 /
'C-nat. jendl-3.3 file (njoy99)'/
600 300. /
1 1 /
/
stop
```

図 4.1 NJOY99 への入力データの例 1

4.1 MODER モジュール

MODER は、核データファイル (ENDF/B 形式) の形式 (mode) をテキストとバイナリ間で変換する。この形式変換は、PENDF, GENDF, 共分散データファイル (ERRORR 出力形式) でも可能である。また、複数の物質毎の同一形式ファイルを 1 個のファイルにまとめることができる。

カード 1

1. **nin** 入力装置番号
2. **nout** 出力装置番号

【 正の装置番号はテキスト形式ファイルを意味し、負の番号はバイナリ形式ファイルを意味する。通常は 20 -21 のように与える。 】

『 **nin** の絶対値が 1~19 の場合には、複数のファイルを 1 個のファイルにまとめる処理が行われる。この場合には形式変換は行われない。**nin** が以下の数字の場合にはファイ

ル形式を指定することになる。

1 = ENDF/B または PENDF 形式の入出力

2 = GENDF 形式の入出力

3 = 共分散データファイルの入出力

更に、カード 2 と 3 の入力が必要となる。 』

カード 2 ($1 \leq |\text{nin}| \leq 19$)

1. **tpid nout** に作成されるファイル用識別文字列 (最大 66 文字で、星印 (*) で区切り、最後にスラッシュを付ける)

カード 3 ($1 \leq |\text{nin}| \leq 19$)

1. **nin2** 入力装置番号 (nin2=0 で MODER は終了)

2. **matd nout** のファイルに追加するために nin2 から読み込む物質の MAT 番号

【 カード 3 は必要な物質の回数分繰り返す。 】

4.2 RECONR モジュール

RECONR は、核データから連続エネルギー (pointwise) 断面積を再構成する。従って、NJOY 処理で最初に行うべき処理過程と言える。RECONR では、線形内挿可能なエネルギー一点による断面積の表現法である連続エネルギー断面積が作成される。共鳴断面積は、エネルギー格子の生成法と、共鳴とバックグラウンド断面積の結合法を修正した RESEND コードの手法により計算される。

カード 1

1. **nendf** ENDF/B tape の入力装置番号

2. **npend** PENDF tape の出力装置番号

カード 2

1. **tlabel** 新たに作成される PENDF ファイル用識別文字列 (最大 66 文字で、引用符で区切り、最後にスラッシュを付ける)

カード 3

1. **mat** 再構成する物質の MAT 番号

2. **ncards** PENDF の MF=1 に新たに追加する記述データのカード枚数 (暗黙値=0)

3. **ngrid** ユーザーのエネルギー格子点として追加する数 (暗黙値=0)

カード 4

1. **err** 共鳴積分の誤差基準 (errint 参照) が満たされない時に使用する部分再構成の許容精度

2. **tempr** 再構成温度 [K] (暗黙値=0)

3. **errmax** 共鳴積分の誤差基準が満たされる時に使用する部分再構成の許容精度 ($\text{errmax} \geq \text{err}$; 暗黙値=10*err)

4. **errint** エネルギー格子点に対する最大共鳴積分誤差 [barns] (暗黙値=err/20000)

『最大断面積の線形化による差 `errlim` と再構成による差 `errmin` も `errint` に起因している。最大の精度を得るためには `errint` を非常に小さな値とし、経済合理性を優先する場合には暗黙値を使用する。』

カード5 (`ncards > 0`)

1. `cards` `MF=1/MT=451` に追加する記述コメント(各コメントは、引用符で区切り、最後にスラッシュを付ける)

【カード5は `ncards` 回繰り返す。】

カード6 (`ngrid > 0`)

- `enode` 追加するユーザーのエネルギー格子点 [eV] (`ngrid` 個入力)

必要とする物質毎に、カード3～6を繰り返し入力する。カード3で "`mat=0/`" と記述すれば、`RECONR` は終了する。

4.3 BROADR モジュール

`BROADR` は、中性子連続エネルギー断面積のドップラー効果による広がり (`Doppler broaden`) とエネルギー点の間引きを行う。エネルギー点の間引きは、許容精度の範囲内であれば、線形内挿上不要なエネルギー点を取り除くことである。これは、指定した温度でのドップラー拡張により断面積のエネルギー変化がより滑らかになるために行われる。

カード1

1. `nendf` `ENDF/B tape` の入力装置番号
2. `nin` `PENDF tape` の入力装置番号
3. `nout` `PENDF tape` の出力装置番号

カード2

1. `mat1` 処理する物質の `MAT` 番号
2. `ntemp2` 作成する最終温度の数 (最大値=10)
3. `istart` 再開オプション (0=最初、1=再開; 暗黙値=0)
4. `istrap` ブートストラップオプション (0=なし、1=あり; 暗黙値=0)
5. `temp1` `nin` のファイルに含まれる温度の中から選んだドップラー拡張の開始温度 (暗黙値=0 [K])

カード3

1. `errthn` 間引きを行うための許容精度
2. `thnmax` ドップラー拡張と間引きの上限エネルギー [eV] (暗黙値=1 MeV)
3. `errmax` 積分の誤差基準が満たされる時に使用する部分再構成の許容精度 (`errmax` \geq `errthn`; 暗黙値=10*`errthn`)
4. `errint` 間引きの積分を制御するためのパラメータ (暗黙値=`errthn/20000`) 『この積分を回避するには `errint` を非常に小さな値とする。』

- 『 収束判定パラメータ $errthn$, $errmax$, $errint$ の適切な選択は、RECONR で使用したものと同じにすることである。 』

カード4

temp2 作成する最終温度 [K] (n_{temp2} 個入力する) ($temp2 \geq temp1$)

カード5

1. **mat1** 同一条件下で次に処理する物質の MAT 番号 ($mat1=0$ で BROADR は終了) 以下に、オプション等に関する補足説明をする。

再開オプションで再開が指定された場合 ($istart=1$)、それは既存の PENDF ファイルにおけるドップラー拡張の継続を意味する。そのため、 nin のファイル中で $temp1$ 以下の温度が全て $nout$ のファイルにコピーされ、 $temp1$ のデータを元にしてドップラー拡張した最終温度のデータが $nout$ のファイルに追加される。

ブートストラップが要求されない場合 ($istrap=0$)、各最終温度は $temp1$ から直接ドップラー拡張により作成される。ブートストラップが要求された場合 ($istrap=1$)、各最終温度は直前の温度から拡張される。これは処理の高速化を間引き分図ることができるが、誤差が累積するという問題もある。

ドップラー拡張と間引きの上限エネルギーは、 $thnmax$ の入力値、最も低い閾反応エネルギー、非分離共鳴の開始エネルギーの中で最も低いエネルギーとなる。分離共鳴と非分離共鳴領域の重複がある場合には、重複範囲は拡張の対象となる。負の $thnmax$ は、分離共鳴と閾反応の制限が外れる。これにより、必要に応じて閾反応にもドップラー拡張を行うことができる。

4.4 UNRESR モジュール

UNRESR は、非分離共鳴断面積を計算する。ETOX 法が、非分離共鳴パラメータのエネルギー格子点で自己遮蔽非分離共鳴断面積を計算するために使用される。無限希釈の自己遮蔽因子の σ_0 値は、通常 10^{10} を使用する。

カード1

1. **nendf** ENDF/B tape の入力装置番号
2. **nin** PENDF tape の入力装置番号
3. **nout** PENDF tape の出力装置番号

カード2

1. **matd** 処理する物質の MAT 番号
2. **ntemp** 処理する温度の数 (最大値=10)
3. **nsigz** 自己遮蔽因子の σ_0 の数 (最大値=10)
4. **iprint** 印書オプション (0=最小、1=最大 ; 暗黙値=0)

カード3

temp 処理する温度 [K] (n_{temp} 個入力する) (0 K も指定可能)

カード 4

sigz 自己遮蔽因子の σ_0 の値 (nsigz 個入力する)(無限希釈も指定可能)

必要とする物質毎に、カード 2 ~ 4 を繰り返し入力する。カード 2 で "matd=0 /" と記述すれば、UNRESR は終了する。

4.5 HEATR モジュール

HEATR は、発熱 KERMA (Kinetic Energy Release in MAterial) と照射損傷エネルギー生成を計算する。発熱計算は、ガンマ線生成データが利用可能であればエネルギーバランス法を適用し、利用可能でなければ全てのガンマ線エネルギーを局所的に付与する。損傷エネルギーは、Lindhard の電子スクリーニング損傷関数によって計算する。

カード 1

1. nendf ENDF/B tape の入力装置番号
2. nin PENDF tape の入力装置番号
3. nout PENDF tape の出力装置番号
4. nplot 作図チェック用の出力装置番号

カード 2

1. matd 処理する物質の MAT 番号
2. npk 要求する個別 KERMA の数 (暗黙値=0)
3. nqa ユーザーが入力する Q 値の数 (暗黙値=0)
4. ntemp 処理する温度の数 (暗黙値=0 ; 0 は PENDF ファイル中の全温度の処理を意味する)
5. local ガンマ線エネルギー付与オプション (0=ガンマ線は輸送される、1=局所的に付与 ; 暗黙値=0)
6. iprint 印書オプション (0=最小、1=最大、2=調査 ; 暗黙値=0)
7. ed 損傷のはじき出しエネルギー (displacement energy) [eV] (暗黙値は内部の表から得られる)

カード 3 (npk > 0)

mtk 要求される個別 KERMA 用の MT 番号 (全 KERMA (MT=301) は常に自動的に用意される。反応 (MT) の個別 KERMA は MT+300 で指定するが、その MT でガンマ線生成データが与えられていなければ適切には定義できないかもしれない。)

可能な特別番号

- 303 弾性外 KERMA (弾性散乱以外の全て)
- 304 非弾性散乱 KERMA (MT=51 ~ 91)
- 318 核分裂 KERMA (MT=18, 19, 20, 21, 38)

- 401 消滅反応 KERMA (MT=102 ~ 120)
- 443 運動学的全 KERMA (上限値)
- 損傷エネルギー生成用番号
- 444 全損傷エネルギー
- 445 弾性散乱損傷エネルギー (MT=2)
- 446 非弾性散乱損傷エネルギー (MT=51 ~ 91)
- 447 消滅反応損傷エネルギー (MT=102 ~ 120)

カード 4 (nqa > 0)

mta ユーザーが入力する Q 値の MT 番号 (nqa 個入力する)

カード 5 (nqa > 0)

qa ユーザーが入力する反応の Q 値 [eV] (nqa 個入力する)

『 qa ≥ 99E+6 の場合、この反応の Q 値はエネルギーの関数であるためカード 5 a で入力することを意味する。 』

カード 5 a (nqa > 0 & qa ≥ 99E+6)

qbar ユーザーが入力する反応の Q 値をエネルギーの関数として TAB1 レコード形式で記述する [eV] (最大 1000 ワード)

4.6 THERMR モジュール

THERMR は、熱中性子領域における中性子散乱断面積と点散乱核 (point-to-point scattering kernel) を生成する。以下の 4 つの計算機能がある。

- 1) 自由ガス散乱行列を計算し、弾性散乱断面積に規格化する。
- 2) 読み込んだ $S(\alpha, \beta)$ データから非コヒーレント散乱行列を計算する。
- 3) 六角格子からコヒーレント散乱を計算する。
- 4) 非コヒーレント弾性散乱を計算する。

カード 1

1. nendf 熱中性子散乱則 (MF=7) を含む ENDF/B tape の入力装置番号
2. nin PENDF tape の入力装置番号
3. nout PENDF tape の出力装置番号

カード 2

1. matde 処理する ENDF/B tape の物質の MAT 番号
2. matdp 処理する PENDF tape の物質の MAT 番号
3. nbin 等確率角度ピンの数
4. ntemp 処理する温度の数
5. iinc 非弾性散乱オプション
 - 0 なし
 - 1 自由ガスとして計算
 - 2 (予約)
 - 3 (予約)
 - 4 $S(\alpha, \beta)$ データを読み込み、散乱行列を計算

6. **icoh** 弾性散乱オプション
- 0 なし
 - 1 黒鉛 (graphite)
 - 2 ベリリウム
 - 3 酸化ベリリウム
 - 11 ポリエチレン
 - 12 水素 (水素化ジルコニウム ZrH)
 - 13 ジルコニウム (水素化ジルコニウム ZrH)
7. **natom** 主要な原子の数
8. **mtref** 非弾性反応の MT 番号 (MT=201 ~ 250 の範囲のみ)
9. **iprint** 印書オプション (0=最小、1=最大、2=最大 + 中間結果 ; 暗黙値=0)

カード 3

temp 処理する温度 [K] (ntemp 個入力する)

カード 4

- 1. **tol** 許容精度
- 2. **emax** 熱中性子として取り扱うエネルギーの上限値 [eV] (温度が 3000 K 以上の場合、自由ガスのみとなり、**emax** とエネルギー格子は **temp/300** の値で縮小される。)

4.7 ACER モジュール

ACER は、連続エネルギーモンテカルロコード MCNP 用の断面積ライブラリーを作成する。

カード 1

- 1. **nendf** ENDF/B tape の入力装置番号
- 2. **npend** PENDF tape の入力装置番号
- 3. **ngend** GENDF tape (多群光子データ) の入力装置番号
- 4. **nace** ACE tape の出力装置番号
- 5. **ndir** MCNP 用検索情報ファイルの出力装置番号

カード 2

- 1. **iopt** ACER 実行オプション
 - 1 連続エネルギー (高速) データ
 - 2 熱中性子データ
 - 3 ドシメトリーデータ
 - 4 光原子相互作用データ
 - 5 光核反応データ
 - 7 type 1 の ACE 形式ファイルを読み込み印書または編集を行う
 - 8 type 2 の ACE 形式ファイルを読み込み印書または編集を行う

【 MCNPX 形式で作成する場合には **iopt** を負にする。 】
- 2. **iprint** 印書オプション (0=最小、1=最大 ; 暗黙値=1)

3. ntype ACE 形式ファイルの出力タイプ
 - 1 テキスト形式 (type 1; 暗黙値)
 - 2 バイナリー形式 (type 2)
 - 3 LANL 直接編成形式 (type 3; LANL 以外では使用できない)
4. suff ZAID の評価ファイル識別子となる添え字 (小数点以下 2 桁が有効; 暗黙値 =.00; fsxlib-j33 では.42 と.43 を使用)
5. nxtra ユーザー入力する iz と aw の組の数 (暗黙値=0)

カード 3

hk ACE 形式ファイル中のコメントとなる記述文字列 (最大 70 文字で、引用符で区切り、最後にスラッシュを付ける)

カード 4 (nxtra > 0)

iz, aw ZA 識別子 (ZZZAAA) と原子量比 (atomic weight ratio) の組 (nxtra 個入力する)

_____ 連続エネルギーデータ (iopt=1) _____

カード 5

1. matd 処理する物質の MAT 番号
2. tempd 処理する温度 [K] (暗黙値=300)

カード 6

1. newfor 新しい累積角度分布 (LAW=61) と放出粒子分布の使用オプション (0=使用しない、1=使用する; 暗黙値=1)
2. iopp 詳細光子オプション (0=適用しない、1=適用する; 暗黙値=1)

カード 7

【 間引きタイプは、thin(1)の符号により決まる。正はエネルギースキップであり、負とゼロは積分比である。全ての入力の暗黙値は間引きなしである。 】

1. thin(1) 間引きを行う上限エネルギー e1 [eV]、または iwtt 荷重オプション (1=flat、2=1/E; 1/E は 0.1 eV 以下で 10 の荷重係数に実際にはなる)
2. thin(2) 間引きを行う下限エネルギー e2 [eV]、またはエネルギー点の目標数
3. thin(3) iskf スキップ係数 (e1 と e2 間の iskf 番目毎のエネルギーを使用) または rsigz (参照する σ_0 の値)

_____ 熱中性子データ (iopt=2) _____

カード 8

1. matd 処理する物質の MAT 番号
2. tempd 処理する温度 [K] (暗黙値=300)
3. tname 熱中性子 ZAID 名 (最大 6 文字で、引用符で区切る; 暗黙値=ZA)

カード 8 a

1. iza01 減速材構成要素の ZA 値
2. iza02 減速材構成要素の ZA 値 (暗黙値=0)
3. iza03 減速材構成要素の ZA 値 (暗黙値=0)

カード 9

1. mti 熱中性子非コヒーレントデータの MT 番号
2. nbint 非コヒーレント散乱用のビン数
3. mte 熱中性子弾性散乱データの MT 番号
4. ielas 弾性散乱オプション (0=コヒーレント、1=非コヒーレント)
5. nmix 混合減速材中の原子タイプの数 (暗黙値=1; 混合なし) (例えば、BeO または C6H6 であれば 2)
6. emax 熱中性子として取り扱う上限エネルギー [eV] (暗黙値=1000 または MF=3 の mti から決定)
7. iwt 荷重オプション (0=可変、1=一定; 暗黙値=0)

_____ ドシメトリーデータ (iopt=3) _____

カード 10

1. matd 処理する物質の MAT 番号
2. tempd 処理する温度 [K] (暗黙値=300)

_____ 光原子相互作用データ (iopt=4) _____

カード 11

1. matd 処理する物質の MAT 番号

_____ 光核反応データ (iopt=5) _____

カード 12

1. matd 処理する物質の MAT 番号

4.8 GROUPR モジュール

GROUPR は、自己遮蔽を考慮した群平均断面積を計算する。これは、自己遮蔽断面積、中性子散乱行列とガンマ線生成行列を作成する。ボンダレンコ型の自己遮蔽因子が通常使用される。

カード 1

1. nendf ENDF/B tape の入力装置番号
2. npend PENDF tape の入力装置番号
3. ngout1 GENDF tape の入力装置番号 (暗黙値=0; GROUPR で作成)
4. ngout2 GENDF tape の出力装置番号 (暗黙値=0)

カード 2

1. matb 処理する物質の MAT 番号

『 ngout=0 の場合、負の matd は nendf に含まれる全ての物質を自動的に処理するオプションである。それ以外の場合、負の matd は ngout1 の反応 (MT) に追加または置換するための指標である。 』
2. ign 中性子群構造オプション
 - 1 任意の群構造 (カード 6 で読み込む)
 - 2 CSEWG 239 群構造

- 3 LANL 30 群構造
 - 4 ANL 27 群構造
 - 5 RRD 50 群構造
 - 6 GAM-I 68 群構造
 - 7 GAM-II 100 群構造
 - 8 LASER-THERMOS 35 群構造
 - 9 EPRI-CPM 69 群構造
 - 10 LANL 187 群構造
 - 11 LANL 70 群構造
 - 12 SAND-II 620 群構造
 - 13 LANL 80 群構造
 - 14 EURLIB 100 群構造
 - 15 SAND-IIA 640 群構造
 - 16 VITAMIN-E 174 群構造
 - 17 VITAMIN-J 175 群構造
3. igg ガンマ線群構造オプション
- 0 なし
 - 1 任意の群構造 (カード 7 で読み込む)
 - 2 CSEWG 94 群構造
 - 3 LANL 12 群構造
 - 4 Steiner 21 群構造
 - 5 Straker 22 群構造
 - 6 LANL 48 群構造
 - 7 LANL 24 群構造
 - 8 VITAMIN-C 36 群構造
 - 9 VITAMIN-E 38 群構造
 - 10 VITAMIN-J 42 群構造
4. iwt 荷重関数オプション
- 1 滑らかな荷重関数を読み込む (カード 8 b)
 - 2 一定
 - 3 $1/E$
 - 4 (マクスウェル分布の熱中性子) + (1/E) + (核分裂スペクトル)
 - 5 EPRI-CELL の軽水炉スペクトル
 - 6 (マクスウェル分布の熱中性子) + (1/E) + (核分裂と核融合スペクトル)
 - 7 (温度依存性を持つマクスウェル分布の熱中性子) + (1/E) + (核分裂と核融合スペクトル)
 - 8 (マクスウェル分布の熱中性子) + (1/E) + (高速炉スペクトル) + (核分裂と核融合スペクトル)
 - 9 CLAW 荷重関数
 - 10 熱中性子領域が温度依存性を持つ CLAW 荷重関数
 - 11 VITAMIN-E 荷重関数 (ORNL-5505 参照)
 - 12 熱中性子領域が温度依存性を持つ VITAMIN-E 荷重関数
 - n iwt=n の荷重関数でフラックスを計算する (カード 8 a)
 - 0 装置番号 ninwt から共鳴フラックスを読み込む (カード 8 d)
5. lord ルジャンドル次数
6. ntemp 処理する温度の数 (最大値=10)
7. nsigz 自己遮蔽因子の σ_0 の数 (最大値=10)

8. **iprint** 印書オプション (0=最小、1=最大；暗黙値=1)

カード 3

1. **title** 出力リスト用のラベル文字列 (最大 66 文字で、引用符で区切り、最後にスラッシュを付ける；暗黙値は空白)

カード 4

temp 処理する温度 [K] (ntemp 個入力する)

カード 5

sigz 自己遮蔽因子の σ_0 の値 (nsigz 個入力する)(無限希釈も指定可能)

カード 6 a (ign=1)

1. **ngn** 中性子エネルギー群数

カード 6 b (ign=1)

egn 中性子エネルギー群境界値 [eV] (ngn 個入力する；エネルギー昇順)

カード 7 a (igg=1)

1. **ngg** ガンマ線エネルギー群数

カード 7 b (igg=1)

egg ガンマ線エネルギー群境界値 [eV] (ngg 個入力する；エネルギー昇順)

カード 8 a (iwt < 0)

1. **ehi** 計算するフラックスとボンダレンコ型フラックスの間の境界エネルギー [eV] (ehi は分離共鳴領域でなければならない。)

2. **sigpot** ポテンシャル散乱断面積の評価値 [barns]

3. **nflmax** 計算するフラックスのエネルギー点の最大数

4. **ninwt** 新しいフラックスパラメータファイルの装置番号 (暗黙値=0)

5. **jsigz** sigz 配列の中で基準とする σ_0 の指標 (暗黙値=0)

6. **alpha2** 混合減速材の 値 (暗黙値=0；なしを意味する)

7. **sam** 吸収原子に対する混合減速材の断面積 [barns](暗黙値=0；なしを意味する)

8. **beta** 不均質パラメータ (暗黙値=0；なしを意味する)

9. **alpha3** 外部減速材の 値 (暗黙値=0；なしを意味する)

10. **gamma** 外部減速材断面積に対する混合減速材断面積の比率 (暗黙値=0)

カード 8 b (iwt=-1 または 1)

wght ユーザーが入力する荷重関数をエネルギー[eV]と荷重係数の組で TAB1 レコード形式により記述する (最後にスラッシュを付ける)

カード 8 c (iwt=-4 または 4)

1. **eb** 熱中性子領域の上限エネルギー [eV]

2. **tb** 熱中性子温度 [eV]

3. **ec** 核分裂領域の上限エネルギー [eV]

4. **tc** 核分裂領域の温度 [eV]

カード 8 d (iwt=0)

1. **ninwt** フラックスパラメータファイルの装置番号

カード9

1. mfd 処理する物質の MF (ファイル) 番号
2. mtd 処理する物質の MT (反応セクション) 番号
3. mtname 処理する MT に関するコメントの記述 (最大 60 文字で、引用符で区切り、最後にスラッシュを付ける)

【 カード9は、必要とする全ての反応について繰り返し入力する。"mfd=0/" と記述すれば、この物質の処理は終了する。 】

カード10

1. matb 次に処理する物質の MAT 番号

必要とする全物質について、カード10と9を繰り返し入力する。"matb=0/" と記述すれば、GROUPR は終了する。

4.9 GAMINR モジュール

GAMINR は、多群形式の光子相互作用断面積と発熱 KERMA を計算する。

カード1

1. nendf ENDF/B tape の入力装置番号
2. npend PENDF tape の入力装置番号
3. ngam1 GENDF tape の入力装置番号 (暗黙値=0; GAMINR で作成)
4. nggam2 GENDF tape の出力装置番号 (暗黙値=0)

カード2

1. matb 処理する物質の MAT 番号
2. igg ガンマ線群構造オプション
 - 0 なし
 - 1 任意の群構造 (カード4で読み込む)
 - 2 CSEWG 94 群構造
 - 3 LANL 12 群構造
 - 4 Steiner 21 群構造
 - 5 Straker 22 群構造
 - 6 LANL 48 群構造
 - 7 LANL 24 群構造
 - 8 VITAMIN-C 36 群構造
 - 9 VITAMIN-E 38 群構造
 - 10 VITAMIN-J 42 群構造
3. iwt 荷重関数オプション
 - 1 滑らかな荷重関数を読み込む (カード5)
 - 2 一定
 - 3 $1/E$
4. lord ルジャンドル次数

5. `iprint` 印書オプション (0=最小、1=最大 ; 暗黙値=1)

カード 3

1. `title` 出力リスト用のラベル文字列 (最大 66 文字で、引用符で区切り、最後にスラッシュを付ける ; 暗黙値は空白)

カード 4 a (`igg=1`)

1. `ngg` ガンマ線エネルギー群数

カード 4 b (`igg=1`)

`egg` ガンマ線エネルギー群境界値 [eV] (`ngg` 個入力する ; エネルギー昇順)

カード 5 (`iwt=1`)

`wght` ユーザーが入力する荷重関数をエネルギー[eV]と荷重係数の組で TAB1 レコード形式により記述する (最後にスラッシュを付ける)

カード 6

1. `mfd` 処理する物質の MF (ファイル) 番号 ("`mfd=-1 /`" と記述すれば、この物質中の全反応を処理して終了する。)

2. `mtd` 処理する物質の MT (反応セクション) 番号

3. `mtname` 処理する MT に関するコメントの記述 (最大 60 文字で、引用符で区切り、最後にスラッシュを付ける)

【 カード 6 は、必要とする全ての反応について繰り返し入力する。"`mfd=0 /`" と記述すれば、この物質の処理は終了する。 】

カード 7

1. `matb` 次に処理する物質の MAT 番号

必要とする全物質について、カード 7 と 6 を繰り返し入力する。"`matb=0 /`" と記述すれば、GAMINR は終了する。

4.10 MATXSR モジュール

MATXSR は、GROUPR と GAMINR で出力される多群断面積データの GENDF ファイルから MATXS 形式ファイルを作成する。

カード 1

1. `ngen1` GENDF tape の入力装置番号 (GROUPR で作成したファイル)

2. `ngen2` GENDF tape の入力装置番号 (GAMINR で作成したファイル)

3. `nmatx` MATXS 形式ファイルの出力装置番号

4. `ngen3` GROUPR で作成した陽子入射の GENDF tape の入力装置番号 (暗黙値=0)

5. `ngen4` GROUPR で作成した重陽子入射の GENDF tape の入力装置番号 (暗黙値=0)

6. `ngen5` GROUPR で作成したトリチウム入射の GENDF tape の入力装置番号 (暗

黙値=0)

7. ngen6 GROUPR で作成した He-3 入射の GENDF tape の入力装置番号 (暗黙値=0)
8. ngen7 GROUPR で作成したアルファ入射の GENDF tape の入力装置番号 (暗黙値=0)
9. ngen8 GROUPR で作成した光核反応データの GENDF tape の入力装置番号 (暗黙値=0)

カード 2

1. ivers 作成する MATXS ファイルのバージョン番号 (暗黙値=0)
2. huse ユーザー識別文字 (最大 16 文字で、引用符で区切り、最後にスラッシュを付ける; 暗黙値は空白)

カード 3

1. npart 群構造が与えられる粒子の数
2. ntype データ型式の数
3. nholl ホレリス (英数字) 識別レコードとして読み込むカードの枚数
4. nmat 要求する物質数

カード 4 (nholl > 0)

hsetid MATXS ファイルの内容を説明するためのホレリス識別レコード (nholl 枚のカードを入力する) (各カードは、最大 72 文字で、引用符で区切り、最後にスラッシュを付ける)

カード 5

hpart 粒子のホレリス識別名 (npart 個入力する) (各識別名は、最大 8 文字で、引用符で区切る)

カード 6

ngrp 各粒子のエネルギー群数 (npart 個入力する)

カード 7

htype データ型式のホレリス識別名 (ntype 個入力する) (各識別名は、最大 8 文字で、引用符で区切る)

カード 8

jinp 各データ型式についての入射粒子識別番号 (ntype 個入力する) (データ型式のホレリス識別名の入力順に対応して、入射粒子が粒子のホレリス識別名で入力された順序番号を与える)

カード 9

joutp 各データ型式についての放出粒子識別番号 (ntype 個入力する) (データ型式のホレリス識別名の入力順に対応して、放出粒子が粒子のホレリス識別名で入力された順序番号を与える)

カード 10

1. hmat 物質のホレリス識別名 (最大 8 文字で、引用符で区切る)

2. **matno** 処理する物質の MAT 番号
 3. **matgg** 処理する物質の光原子データの MAT 番号 (暗黙値=100*(matno/100))
- 【 カード 1 0 は、nmat 回繰り返し入力する。 】

```

groupr
-21 -24 0 91 /
4125 17 0 11 6 1 10 1 /
'Nb-93 jendl-3.3 file (njoy99)'/
300. /
1.0e10 1.0e4 1000. 300. 100. 30. 10. 1. 0.1 1.0e-5 /
3 /
3 221 'free thermal scattering'/
3 251 'mubar' /
3 252 'xi' /
3 253 'gamma' /
3 259 '1/v' /
6 /
6 221 'free thermal scattering' /
0 /
0 /
matxsr
91 0 90 0 0 0 0 0 /
0 'saei--njoy99' /
1 2 1 1 /
'vitamin-j 175group matxs library' /
'n' /
175 /
'nscat' 'ntherm' /
1 1 /
1 1 /
'Nb-93' 4125 0 /
stop

```

図 4.2 NJOY99 への入力データの例 2

5 . NJOY のインストールと修正の方法

5.1 インストール

NJOY99 の RSICC 経由の配布パッケージには、UNIX 系と DOS 系の 2 種類が含まれている。私は DOS 系の使用経験がないことと、DOS 系へのインストールはきっと問題ないだろうという憶測に基づき、ここでは UNIX 系へのインストールのみを説明する。なお、NJOY は、FORTRAN プログラムであり、f90 または拡張 f77 コンパイラを必要とする。

NJOY99 のパッケージに含まれる UNIX 系のファイルは、以下のものである（ファイル拡張子は省略したのものもある）。

ファイル名	説 明
in01 ~ in14	入力データを含む 14 個のテスト問題のシェルスクリプト
out01 ~ out14	テスト問題における出力リストのサンプル
ace*	テスト問題における ACE 形式ファイルのサンプル
pend*	テスト問題における PENDF 形式ファイルのサンプル
plot*	テスト問題におけるプロット図の PostScript ファイルのサンプル
wims11	テスト問題における WIMS 形式ファイルのサンプル
Readme0	NJOY99 パッケージに関する説明、インストール方法及びテスト問題に関する解説
eni61	ENDF/B-VI の Ni-61（中性子入射）
epn14	LA150 の N-14（陽子入射）
gam23	DLC-7E の光子相互作用ファイル（MF=23 パート）
gam27	DLC-7E の光子相互作用ファイル（MF=27 パート）
t511	ENDF/B-V（H-1, He-3, Li-6, B-10, C-nat., Au-197, U-235）
src	NJOY99 のソースプログラム
up0	NJOY99.0 バージョン用の更新パッチ
upd.f	UPD 更新ユーティリティプログラム
makef.cray	CRAY + f90 環境下で NJOY 実行ファイルを作成する makefile
makef.decau	DEC alpha + f90 環境下で NJOY 実行ファイルを作成する makefile
makef.linux	Linux + g77 環境下で NJOY 実行ファイルを作成する makefile
makef.o2k	SGI Origen 2000 + f90 環境下で NJOY 実行ファイルを作成する makefile
makef.rs6k	IBM RS/6000 + f77 環境下で NJOY 実行ファイルを作成する makefile
makef.sun	Sun + f77 環境下で NJOY 実行ファイルを作成する makefile
upcray	CRAY + f90 環境下での計算機依存の更新パッチ
updecau	DEC alpha + f90 環境下での計算機依存の更新パッチ
uplinux	Linux + g77 環境下での計算機依存の更新パッチ
upo2k	SGI Origen 2000 + f90 環境下での計算機依存の更新パッチ
uprs6k	IBM RS/6000 + f77 環境下での計算機依存の更新パッチ
upsun	Sun + f77 環境下での計算機依存の更新パッチ

NJOY99 でサポートされている UNIX 環境は、CRAY, DEC alpha, Linux, SGI Origen 2000, IBM RS/6000, Sun である(これは開発担当者の利用可能な計算機環境に拠っているだけで、必要に応じて計算機依存の更新パッチに手を入れれば他の UNIX 計算機でも使用できる)。上記の青字のファイルを用いて PC-Linux 環境下にインストールする手順の説明を、Readme に準拠して以下に示す (FORTRAN コンパイラーは GNU g77 を使用 ; 先頭の\$記号はコマンドプロンプトである)。この時、インストールするディレクトリー上にこれらのファイルが既に存在しているものとする。

```
# 計算機環境に適した makefile を作る。
```

```
$ cp makef.linux makefile
```

```
# UPD 更新ユーティリティプログラムの実行ファイルを作る。
```

```
$ g77 -o upd upd.f
```

```
# UPD で使用する更新パッチファイル upn(固定名)を作る。upn の最初の方に "*set sw" という記述の有無を確認する。32bit 系計算機であれば必要であり、64bit 系ならば不要である。
```

```
$ cat up0 uplinux > upn
```

```
# UPD により NJOY99 のソースプログラム src から NJOY99.0 のモジュール別プログラムファイル (*.f) を作る。
```

```
$ upd
```

```
# NJOY99.0 の実行ファイル xnjoy を作る。
```

```
$ make
```

以上で、インストールは終了である。作成した xnjoy の検証は、下記のように 14 個のテスト問題を実行して、出力リスト等のサンプルと結果を比較検討することにより行う。

```
$ cd test
```

```
$ chmod u+x in01
```

```
$ ./in01
```

サンプル計算は Sun + f77 環境で行われており、ユーザーの計算機環境がそれと異なる場合、数値誤差や実数の表記法 (0.0 や E, e と D) の違いにより diff コマンドによる比較では多数の違いが出てくるかもしれない。

NJOY99 のバージョンアップ用の更新パッチファイルは、下記のホームページに置かれている : <http://t2.lanl.gov/codes/njoy99/index.html>

5.2 修正方法

NJOY は、基本的に ENDF/B 系の評価ファイル进行处理するように調整されており、他の評価ファイルや想定外の適用を考えると正常に動作する保証はない。NJOY は ENDF-6 の規約を完全にサポートできている訳ではないことに起因する。ENDF の規約でこれまでの評価で使用されたことのないものは幾つもある。それらは処理がコーディングされていない可能性が高い。また、バグの存在はやはり回避不能であろう。

これらのことから、ヘビーユーザーに成る程、NJOY の修正や検証作業は避けられないものとなる。最も単純な修正方法は、モジュール毎の FORTRAN プログラムを直接修正することである。もしユーザーがそのバージョンに固執し、それ以降のバージョンアップを無視するか全て独自に反映させる勇気があれば、最も容易でありオリジナリティを高められる。私は、UPD を使用する NJOY の通常の修正方法を推奨する。この方法であれば、バージョンアップへの対応も比較的スムーズである。このためには UPD の制御入力データを理解する必要があるが、ここでは必要不可欠なもののみ説明する（通常はこれで十分である）。プログラム表記の例として図 5.1 に MODER モジュールの最初にある subroutine moder の最初の部分を示す。

```

implicit real*8 (a-h,o-z)                                moder .41
common/util/npage, iverf                                moder .43
common/mainio/nsysi,nsyso,nsyse,ntty                    moder .44
common/cont/c1h,c2h,l1h,l2h,n1h,n2h,mat,mf,mt,nsh,nsp,nsc moder .45
common/mod1/ntw,ng,namax                                moder .46
character*105 strng                                     moder .47
dimension a(5200)                                       moder .48
dimension z(20)                                         moder .49
external timer,openz,repoz,tpidio,error,contio,tomend,mess moder .50
external file1,file2,file3,file4,file5,file6,file7,file8 moder .51
external file1x,file14,file15,file3x,file32,file34,file35 moder .52
external file40,glstio,listio,moreio,amend,skiprz,atend,closz moder .53
namax=5200                                              moder .54
nscr=0                                                  moder .55
ninl=0                                                  moder .56
matl=-2                                                moder .57

```

図 5.1 MODER モジュールの subroutine moder のプログラムの一部

72 カラムまでは FORTRAN プログラム記述であり、73~79 カラムがモジュール名または更新識別名、80 カラムがコンマ、81~85 カラムがプログラム行番号である（73~85 カラムが更新管理行番号）。図 5.1 の 1 行目が moder.41 で 2 行目が moder.43 となっており、moder.42 が欠落しているように見える。実際に src 上では下記のようにになっている。

```

*if sw
  implicit real*8 (a-h,o-z)
*endif

```

この '*if sw' が moder.40 の行であり、'*endif' が moder.42 の行に該当する。この if 文は、UPD への制御パラメータの指定による判断を示しており、sw が upn ファイル内で "*set sw" として指定されていれば if-endif 文内の行が有効となる。PC-Linux では sw を指定するため、この if 文が有効となり moder.41 の行が存在することになる。例えば、図 5.1 の 7 行目の 'dimension a(5200)' を修正する場合には、以下の記述をを upn ファイルに追加する。

```

*ident modify
*/ moder: change the dimension size
*d moder.48
  dimension a(6000)

```

最初の行の '*ident modify' は更新識別名を与えることを意味し、その名称は 'modify' である。次の行の '*' は、更新ファイルにおけるコメント行を表し、更新には反映されない。次の '*d moder.48' はプログラムの更新方法と場所 (address) を表す。これは、更新管理行番号が 'moder.48' の行を、以下の行で置換 ('*d' ; displacement) することを意味する。最後の行が置換するプログラム文である。最終的に moder.48 の行は下記となる。

```
dimension a(6000)
```

```
modify.4
```

更新管理行番号は、'modify.4' となる。この 4 は、プログラムの更新内容が更新識別名 modify の指定行から数えて 4 行目であることを表す。更新方法は、*d の置換以外に下記のものがある。

*i 指定した場所と次の行の間に以下を挿入する

*b 指定した場所と前の行の間に以下を挿入する

置換または挿入するプログラム行は複数行であってもよい。置換でプログラム行を与えない場合には、指定行が削除されるだけである。複数行を一度に削除する場合には下記のように記述する。

```
*d moder..50,moder.53
```

NJOY の更新内容を upn ファイルに記述した後で、実際に更新するモジュールを特定する必要がある。upn の最初の方に更新して作成するモジュール名の指定を行う。初期設定は、全モジュールを意味する下記となっている。

```
*cpl all
```

これを以下のように特定のモジュール名に変更する。

```
*cpl moder,groupr
```

これで MODER と GROUPE モジュールは、プログラムファイル (moder.f と groupr.f) が更新される。この後で make を実施して更新した xnjoy を作成する。

6 . エラーメッセージ対応

NJOY は、ユーザーに対して2種類のメッセージを出力する。1つは警告メッセージ (message) であり、もう一つはエラーメッセージ (error) である。これらに対するユーザーの対応は一般に次のようになるであろう。

警告メッセージ： 実行上の支障はないが、特定の条件や処理法または近似処理の適用を行ったことをユーザーに知らせるものである。メッセージを読んで、問題になると思わなければそのまま受け入れる。

エラーメッセージ： コードが認識できるエラー状態になったことを意味する。実行が停止されるため、ユーザーは何らかの対応を要求される。

従って、通常問題となるのはエラーメッセージへの対応である。

NJOY のエラーメッセージは、`call error(*,*,*)` で呼び出される NJOY モジュールのサブルーチン `error(*,*,*)` で出力され、77 のジョブ停止番号が与えられる。サブルーチン `error` の引数は、呼び出したサブルーチン名、第1エラーメッセージの文字列、第2エラーメッセージの文字列である。以下にエラーメッセージの例を示す。

```
***error in nheat***storage exceeded.
```

これは、HEATR モジュールのサブルーチン `nheat` から出されたものであり、意味は「割り当てられた配列容量を超過した」ということである。対応は比較的簡単で、`heatr.1087` のプログラムから `ilmax` の値を増やせばよいということが推測できる。従って `upn` ファイルに下記を追加して対応することになる。

```
*d heart.114
  ilmax=105
```

けれども、エラーメッセージからだけでは対処方法がわからない場合も少なくない。また、エラーの原因がエラーメッセージの内容に関係なく、プログラムの暴走により引き起こされる可能性も稀にある。そうなると、プログラムの関連箇所をチェックすることと核データファイルの記述様式への対応をチェックする必要が生じる。NJOY のマニュアルには、エラーメッセージの解説も含まれている。

より深刻なケースは、計算機システムによる停止と無限ループにより終了しないことである。いずれの場合もその原因を特定するために、発生箇所を最初に特定する必要があり、多数のデバッグ出力と作業を行うことになる。

最も深刻なケースは、問題があるにも関わらず NJOY が正常終了することである。この場合にユーザーは、殆ど数値データしかない出力リストと断面積ライブラリーから問題点の存在に気づかねばならない。正常終了するとユーザーは安心してしまい、データをチェックしないかもしれないが、稀にあるので留意されたい。

最後に、エラーが出るのを恐れる必要はありません。NJOY がもっと理解してと呼びかけているのですから。

付録 A NJOY99 の Userinp (入力データ)

User Input for NJOY 97

Search down for the desired module in caps:

NJOY, RECONR, BROADR, UNRESR, HEATR, THERMR, GROUPT, GAMINR, MODER,
DTFR, MATXSR, ACER, WIMSR, PLOTR, VIEWR, MIXR, PURR, LEAPR, GASPR

NJOY

```
program njoy
C
C *****
C *
C *   njoy nuclear data processing system
C *   version 99.0
C *   31 Dec 99
C *
C *****
C *
C * njoy is a system of processing modules intended to convert
C * evaluated nuclear data in the endf format into forms useful
C * for practical applications.
C *
C * reconr...reconstruct pointwise cross sections from endf/b
C * resonance parameters and interpolation schemes.
C *
C * broadr...doppler broaden and thin pointwise cross sections.
C *
C * unresr...compute effective pointwise self-shielded cross
C * sections in the unresolved energy range.
C *
C * heatr...compute heat production cross sections (kerma)
C * and damage energy production.
C *
C * thermr...generate neutron scattering cross sections and
C * point-to-point scattering kernels in the thermal range
C * for free or bound atoms.
C *
C * groupt...generate self-shielded multigroup cross sections and
C * group-to-group scattering and photon production matrices.
C *
C * gaminr...compute multigroup photon interaction cross sections,
C * scattering matrices, and heat production.
C *
C * errorr...construct multigroup covariance matrices.
C *
C * covr...process covariance data from errorr
C *
C * moder...convert between endf/b standard coded mode and the
C * njoy blocked binary mode.
C *
C * dtfr...output and plot multigroup data for discrete ordinates
C * transport codes.
C *
C * ccccr...format multigroup data into the cccc standard
C * interface files isotxs, brkoxs, and dlayxs.
C *
C * matxsr...convert multigroup data into the comprehensive matxs
C * cross section interface format.
C *
C * resxsr...prepare a cccc-like file of pointwise resonance
C * cross sections for thermal flux calculations
C *
C * acer...prepare library for the los alamos continuous energy
C * monte-carlo code mcnp.
```



```

C      *
C      * powr...convert multigroup data into libraries for the thermal
C      *      powr reactor codes epri-cell and epri-cpm.
C      *
C      * wimsr...convert multigroup data into libraries for the
C      *      reactor assembly codes wims-d or wims-e.
C      *
C      * plotr...plot endf, pendf, gendf, or exp. cross sections,
C      *      distributions, or matrices.
C      *
C      * viewr...view plots from plotr, dtfr, covr, etc. in postscript
C      *
C      * mixr...mix file 3 cross sections (for example, to make
C      *      elemental cross sections) for plotting, etc.
C      *
C      * purr...generate unresolved-resonance probability tables
C      *      for the mcnp monte carlo code
C      *
C      * leapr...generate s(alpha,beta) for thermal moderators
C      *
C      * gaspr...add gas production (mt203-207) to pendf
C      *
C      * each module is an essentially independent code segment. the
C      *      main program controls the order in which modules are used
C      *      and contains the utility subroutines used by all modules.
C      *
C      *---input specifications (free format)-----*
C      *
C      * card 1      module option
C      *
C      *      module      six character module name, e.g., reconr.
C      *      it is not necessary to use quotes.
C      *
C      *      repeat card 1 for each module desired, and
C      *      use the name "stop" to terminate program.
C      *
C      * see the comments at the start of each module for
C      *      its specific input instructions.
C      *
C      *--- code conversion -----*
C      *
C      * code conversion is handled using the "*if" constructs of
C      *      the upd code (which is a code for maintaining fortran codes
C      *      similar to update). the logical variables that can be
C      *      set are the following:
C      *
C      *      sw  -- set for short-word machines (32 bit). leave
C      *      unset for 64 bit machines.
C      *
C      *-----*
C
C RECONR
C
C      *-----*
C      *
C      * reconstruct pointwise cross sections
C      *
C      * resonance cross sections are calculated using the methods of
C      *      resend, with modifications to the method of generating the
C      *      energy grid and the method of combining resonance and
C      *      background cross sections.
C      *
C      * this program generates an energy grid which is the union of

```

```

c      * an input grid (if any), the resonance energies (if any), and *
c      * the energies of cross sections in mf3 and mf13 (or mf23). *
c      * the pointwise cross sections are then computed on this grid *
c      * and points are added so that the resonance cross sections and *
c      * any cross sections represented by non-linear interpolation *
c      * are reproduced within a specified tolerance by linear inter- *
c      * polation. psi-chi reconstruction can be used if desired. *
c      * sections which are not cross sections (mu,nu) and photon *
c      * multiplicities (mf12) are not processed. redundant reactions *
c      * are reconstructed to be the sum of their parts. the pendf *
c      * tape contains point cross sections in mf3 and mf13 (or mf23) *
c      * and a description of the processing in mf1. the mf1 diction- *
c      * ary is updated. the c1 and c2 fields of the second card in *
c      * mf1 contain the temperature and reconstruction tolerance *
c      * respectively. an mf2 appropriate to no resonance parameters *
c      * is constructed with the potential scattering length added. *
c      *
c      * if unresolved parameters are present, the infinitely dilute *
c      * cross sections are computed on a special energy grid chosen *
c      * to preserve the required interpolation properties. this *
c      * table is added to the pendf tape using a special format in *
c      * mf2/mt152, and the table is also used to compute the *
c      * unresolved contributions in mf3. this allows resolved *
c      * resonance cross sections which overlap the resolved range *
c      * to be recovered by subtraction. *
c      *
c      * ---input specifications (free format)----- *
c      *
c      * card 1 *
c      *   nendf   unit for endf/b tape *
c      *   npend   unit for pendf tape *
c      * card 2 *
c      *   tlabel  66 character label for new pendf tape *
c      *           delimited with quotes, ended with /. *
c      * card 3 *
c      *   mat     material to be reconstructed *
c      *   ncards  number of cards of descriptive data for new mf1 *
c      *           (default=0) *
c      *   ngrid   number of user energy grid points to be added. *
c      *           (default=0) *
c      * card 4 *
c      *   err     fractional reconstruction tolerance used when *
c      *           resonance-integral error criterion (see errint) *
c      *           is not satisfied. *
c      *   tempr   reconstruction temperature (deg kelvin) *
c      *           (default=0) *
c      *   errmax  fractional reconstruction tolerance used when *
c      *           resonance-integral error criterion is satisfied *
c      *           (errmax.ge.err, default=10*err) *
c      *   errint  maximum resonance-integral error (in barns) *
c      *           per grid point (default=err/20000) *
c      *           (note: the max cross section difference for *
c      *           linearization, errlim, and for reconstruction, *
c      *           errmin, are also tied to errint. to get maximum *
c      *           accuracy, set errint to a very small number. *
c      *           for economical production, use the defaults.) *
c      * card 5 *
c      *   cards   ncards of descriptive comments for mt451 *
c      *           each card delimited with quotes, ended with /. *
c      * card 6 *
c      *   enode   users energy grid points *
c      *
c      * cards 3, 4, 5, 6 must be input for each material desired *

```



```

c      *  nsigz  no. of sigma zeroes (10 max)                *
c      *  iprint print option (0=min, 1=max) (default=0)    *
c      *  card 3                                     *
c      *  temp   temperatures in kelvin (including zero)    *
c      *  card 4                                     *
c      *  sigz   sigma zero values (including infinity)     *
c      *          cards 2, 3, 4 must be input for each material desired *
c      *          matd=0/ terminates execution of unresr.    *
c      *
c      *****
c
c HEATR
c
c *****
c      *
c      * compute heating kerma (kinetic energy release in material) *
c      * and radiation damage energy production                *
c      *
c      * the prompt kerma is computed pointwise on the grid of the *
c      * total cross section from the input pendf tape and written *
c      * onto the output pendf tape at infinite dilution using the *
c      * 300 series of mt numbers. all temperatures on the input pendf *
c      * tape for the desired material are processed. the dictionary *
c      * is revised. reaction q values are obtained from the endf/b *
c      * tape unless the user enters his own value. partial kermas *
c      * can be requested for self-shielding calculations or other *
c      * purposes. the code uses the energy balance method where *
c      * photon files are available and deposits all photon energy *
c      * locally when files are not available. this assures *
c      * consistency between neutron heating and energy deposition by *
c      * subsequent photon interactions. an exception is made for *
c      * capture where recoil is computed by momentum conservation. *
c      * photon files are used to estimate the average photon momentum *
c      * when available. a diagnostic message is printed if the *
c      * momentum calculation leads to a significant error in *
c      * energy conservation. *
c      *
c      * if desired, the energy-balance kerma factors can be compared *
c      * with conservative kinematic limits (set iprint=2). *
c      * a plot file for viewr can be automatically prepared. *
c      *
c      * damage energy is computed using the lindhard electronic *
c      * screening damage function with a displacement threshold *
c      * from a table of default values for important elements *
c      * or a value provided by the user. *
c      *
c      *---input specifications (free format)-----*
c      *
c      * card 1
c      *  nendf   unit for endf/b tape *
c      *  nin     unit for input pendf tape *
c      *  nout    unit for output pendf tape *
c      *  nplot   unit for graphical check output *
c      * card 2
c      *  matd    material to be processed *
c      *  npk     number of partial kermas desired (default=0) *
c      *  nqa     number of user q values (default=0) *
c      *  ntemp   number of temperatures to process *
c      *          (default=0, meaning all on pendf) *
c      *  local   0/1=gamma rays transported/deposited locally *
c      *          (default=0) *
c      *  iprint  print (0 min, 1 max, 2 check) (default=0) *
c      *  ed     displacement energy for damage *

```



```

c      * photon matrices may be self-shielded if desired (see init).      *
c      * bondarenko weighting is normally used.  optionally, the flux    *
c      * can be computed for an infinite mixture of heavy absorber      *
c      * and light moderator.  delayed neutron data and thermal        *
c      * scattering matrices are handled specially.                      *
c      *                                                                    *
c      * the integration over initial energy is handled in the same      *
c      * way for all reaction types by using the integrand              *
c      *      feed*xsec*flux                                             *
c      * feed is the source into final energy group gprime and          *
c      * legendre order l from initial energy e (see getff).  for      *
c      * vectors, the feed is 1. or a yield (nubar, mubar).  for two    *
c      * body scattering, a center-of-mass gaussian integration is used  *
c      * to obtain accurate results even for small legendre components  *
c      * of the group-to-group scattering.  additional initial energy    *
c      * quadrature points are added to integrate the known polynomial  *
c      * order of this feed function.  feed for tabulated continuum     *
c      * reactions is computed exactly on the endf/b grid points and    *
c      * then interpolated at e.  a special projection interpolation     *
c      * scheme is used for thermal matrices (see getaed).  the feed    *
c      * for analytic continuum reactions is exact.                    *
c      *                                                                    *
c      *---input specifications (free format)-----*
c      *                                                                    *
c      * card1                                                            *
c      *   nendf  unit for endf/b tape                                    *
c      *   npend  unit for pendf tape                                    *
c      *   ngout1 unit for input gout tape (default=0)                  *
c      *   ngout2 unit for output gout tape (default=0)                 *
c      * card2                                                            *
c      *   matb   material to be processed                             *
c      *           if ngout=0, matb<0 is an option to automatically    *
c      *           process all the mats on the endf input tape.        *
c      *           otherwise, matb<0 is a flag to add mts to and/or    *
c      *           replace individual mts on gout1.                    *
c      *   ign    neutron group structure option                       *
c      *   igg    gamma group structure option                         *
c      *   iwt    weight function option                               *
c      *   lord   legendre order                                       *
c      *   ntemp  number of temperatures                               *
c      *   nsigz  number of sigma zeroes                               *
c      *   iprint long print option (0/1=minimum/maximum)             *
c      *           (default=1)                                         *
c      * card3                                                            *
c      *   title  run label (up to 80 characters delimited by *,      *
c      *           ended with /) (default=blank)                       *
c      * card4                                                            *
c      *   temp   temperatures in kelvin                               *
c      * card5                                                            *
c      *   sigz   sigma zero values (including infinity)              *
c      *           if ign=1, read neutron group structure (6a and 6b)   *
c      * card6a                                                            *
c      *   ngn    number of groups                                     *
c      * card6b                                                            *
c      *   egn    ngn+1 group breaks (ev)                             *
c      *           if igg=1, read gamma group structure (7a and 7b)    *
c      * card7a                                                            *
c      *   ngg    number of groups                                     *
c      * card7b                                                            *
c      *   egg    ngg+1 group breaks (ev)                             *
c      *

```



```

C      *      weight function options (8a,8b,8c,8d)      *
C      * card8a  flux calculator parameters (iwt.lt.0 only)  *
C      *      ehi  break between computed flux and bondarenko flux  *
C      *      (must be in resolved range)  *
C      *      sigpot estimate of potential scattering cross section  *
C      *      nflmax maximum number of computed flux points  *
C      *      ninwt tape unit for new flux parameters (default=0)  *
C      *      jsigz index of reference sigma zero in sigz array  *
C      *      (default=0)  *
C      *      alpha2 alpha for admixed moderator (def=0=none)  *
C      *      sam  admixed moderator xsec in barns per absorber  *
C      *      atom (def=0=none)  *
C      *      beta  heterogeneity parameter (def=0=none)  *
C      *      alpha3 alpha for external moderator (def=0=none)  *
C      *      gamma fraction of admixed moderator cross section in  *
C      *      external moderator cross section (def=0)  *
C      * card8b  tabulated (iwt=1 or -1 only)  *
C      *      wght  read weight function as tab1 record.  *
C      *      end with a /.  *
C      * card8c  analytic flux parameters (iwt=4 or -4 only)  *
C      *      eb  thermal break (ev)  *
C      *      tb  thermal temperature (ev)  *
C      *      ec  fission break (ev)  *
C      *      tc  fission temperature (ev)  *
C      * card8d  input resonance flux (iwt=0 only)  *
C      *      ninwt tape unit for flux parameters  *
C      *  *  *
C      * card9  *
C      *      mfd  file to be processed  *
C      *      mtd  section to be processed  *
C      *      mtname description of section to be processed  *
C      *      repeat for all reactions desired  *
C      *      mfd=0/ terminates this temperature/material.  *
C      * card10  *
C      *      matd  next mat number to be processed  *
C      *      matd=0/ terminates group run.  *
C      *  *  *
C      * ---options for input variables-----  *
C      *  *  *
C      *      ign      meaning  *
C      *      ---      -----  *
C      *      1      arbitrary structure (read in)  *
C      *      2      csewg 239-group structure  *
C      *      3      lanl 30-group structure  *
C      *      4      anl 27-group structure  *
C      *      5      rrd 50-group structure  *
C      *      6      gam-i 68-group structure  *
C      *      7      gam-ii 100-group structure  *
C      *      8      laser-thermos 35-group structure  *
C      *      9      epri-cpm 69-group structure  *
C      *      10     lanl 187-group structure  *
C      *      11     lanl 70-group structure  *
C      *      12     sand-ii 620-group structure  *
C      *      13     lanl 80-group structure  *
C      *      14     eurlib 100-group structure  *
C      *      15     sand-iia 640-group structure  *
C      *      16     vitamin-e 174-group structure  *
C      *      17     vitamin-j 175-group structure  *
C      *  *  *
C      *      igg      meaning  *
C      *      ---      -----  *
C      *      0      none  *
C      *      1      arbitrary structure (read in)  *

```

```

c * 2 csewg 94-group structure *
c * 3 lanl 12-group structure *
c * 4 steiner 21-group gamma-ray structure *
c * 5 straker 22-group structure *
c * 6 lanl 48-group structure *
c * 7 lanl 24-group structure *
c * 8 vitamin-c 36-group structure *
c * 9 vitamin-e 38-group structure *
c * 10 vitamin-j 42-group structure *
c * * *
c * iwt meaning *
c * --- ----- *
c * 1 read in smooth weight function *
c * 2 constant *
c * 3 1/e *
c * 4 1/e + fission spectrum + thermal maxwellian *
c * 5 epri-cell lwr *
c * 6 (thermal) -- (1/e) -- (fission + fusion) *
c * 7 same with t-dep thermal part *
c * 8 thermal--1/e--fast reactor--fission + fusion *
c * 9 claw weight function *
c * 10 claw with t-dependent thermal part *
c * 11 vitamin-e weight function (ornl-5505) *
c * 12 vit-e with t-dep thermal part *
c * -n compute flux with weight n *
c * 0 read in resonance flux from ninwt *
c * * *
c * mfd meaning *
c * --- ----- *
c * 3 cross section or yield vector *
c * 5 fission chi by short-cut method *
c * 6 neutron-neutron matrix (mf4/5) *
c * 8 neutron-neutron matrix (mf6) *
c * 12 photon prod. xsec (photon yields given, mf12) *
c * 13 photon prod. xsec (photon xsecs given, mf13) *
c * 16 neutron-gamma matrix (photon yields given) *
c * 17 neutron-gamma matrix (photon xsecs given) *
c * 18 neutron-gamma matrix (mf6) *
c * note: if necessary, mfd=13 will automatically change *
c * to 12 and mfd=16 will automatically change to 17 or 18. *
c * 21 proton production matrix (mf6) *
c * 22 deuteron production (mf6) *
c * 23 triton production (mf6) *
c * 24 he-3 production (mf6) *
c * 25 alpha production (mf6) *
c * 26 residual nucleus (a>4) production (mf6) *
c * 31 proton production matrix (mf4) *
c * 32 deuteron production (mf4) *
c * 33 triton production (mf4) *
c * 34 he-3 production (mf4) *
c * 35 alpha production (mf4) *
c * 36 residual nucleus (a>4) production (mf4) *
c * note: if necessary, mfd=21-26 will *
c * automatically change to 31-36. *
c * 1zzzaaam nuclide production for zzzaaam *
c * subsection from file 3 *
c * 2zzzaaam nuclide production for zzzaaam *
c * subsection from file 6 *
c * 3zzzaaam nuclide production for zzzaaam *
c * subsection from file 9 *
c * 4zzzaaam nuclide production for zzzaaam *
c * subsection from file 10 *
c * *

```

```

C      *      mtd          meaning
C      *      ---          -----
C      *      -n          process all mt numbers from the previous
C      *                   entry to n inclusive
C      *      221-250      reserved for thermal scattering
C      *      258          average lethargy
C      *      259          average inverse velocity (m/sec)
C      *
C      *      automatic reaction processing options
C      *      -----
C      *      3/          do all reactions in file3 on input pendf
C      *      6/          do all matrix reactions in endf dictionary
C      *      10/         do all isotope productions using mf8
C      *      13/         do all photon production cross sections
C      *      16/         do all photon production matrices
C      *      21/         do all proton production matrices
C      *      22/         do all deuteron production matrices
C      *      23/         do all triton production matrices
C      *      24/         do all he-3 production matrices
C      *      25/         do all alpha production matrices
C      *      26/         do all a>4 production matrices
C      *
C      *      *****
C
C      GAMINR
C
C      *      *****
C      *
C      *      compute multigroup photon cross sections
C      *
C      *      produce multigroup photon interaction cross sections
C      *      and heating kerma factors using endf/b cross sections
C      *      and coherent and incoherent form factors.  initial energy
C      *      quadrature techniques are identical to those used in groupr.
C      *      secondary energy-angle quadrature is performed using gaussian
C      *      integration.
C      *
C      *      ---input specifications (free format)-----
C      *
C      *      card1
C      *      nendf      unit for endf/b tape
C      *      npend      unit for pendf tape
C      *      ngam1      unit for input ngam tape (default=0)
C      *      ngam2      unit for output ngam tape (default=0)
C      *      card2
C      *      matb      material to be processed
C      *                   input materials in ascending order
C      *      igg      gamma group structure option
C      *      iwt      weight function option
C      *      lord      legendre order
C      *      iprint    print option (0/1=minimum/maximum) (default=1)
C      *      card3
C      *      title      run label up to 80 characters (delimited by *,
C      *                   ended with /)
C      *      card4      (igg=1 only)
C      *      ngg      number of groups
C      *      egg      ngg+1 group bounds (ev)
C      *      card5      (iwt=1 only)
C      *      wght      weight function as tab1 record
C      *      card6
C      *      mfd      file to be processed
C      *      mtd      section to be processed
C      *      mtname   description of section to be processed

```

```

C      *          repeat for all reactions desired          *
C      *          mfd=0/ terminates this material          *
C      *          mfd=-1/ is a flag to process all sections present *
C      *          for this material (termination is automatic) *
C      * card7
C      *   matd      next mat number to be processed        *
C      *          terminate gaminr run with matd=0.        *
C      *
C      *---options for input variables-----*
C      *
C      *   igg      meaning          *
C      *   ---      -----          *
C      *   0        none              *
C      *   1        arbitrary structure (read in)          *
C      *   2        csewg 94-group structure              *
C      *   3        lanl 12-group structure                *
C      *   4        steiner 21-group gamma-ray structure  *
C      *   5        straker 22-group structure            *
C      *   6        lanl 48-group structure              *
C      *   7        lanl 24-group structure              *
C      *   8        vitamin-c 36-group structure          *
C      *   9        vitamin-e 38-group structure          *
C      *   10       vitamin-j 42-group structure          *
C      *
C      *   iwt      meaning          *
C      *   ---      -----          *
C      *   1        read in              *
C      *   2        constant              *
C      *   3        1/e + rolloffs        *
C      *
C      *-----*
C
C ERRORR
C
C      *-----*
C      *
C      * produce cross section covariances from error files in endf/b *
C      * format *
C      *
C      * first, the union energy grid of the users group structure *
C      * and the endf covariance energies is determined. the array *
C      * of coefficients for derived cross sections is also constructed. *
C      * then multigroup cross sections are computed on the union *
C      * grid (see grpav), or they are read from a multigroup cross *
C      * section library and then collapsed to the union grid. the *
C      * methods of groupr are used for cross section averaging. endf *
C      * covariances and the group cross sections are then combined *
C      * to get the basic covariance matrices (see covcal). finally, *
C      * the basic matrices are combined to get covariances for *
C      * derived reactions, the matrices are collapsed to the user-s *
C      * group structure, and the results are printed and/or written *
C      * onto an output gendf tape for later use (see covout). *
C      *
C      *---input specifications (free format)-----*
C      *
C      *   card 1
C      *   nendf      unit for endf/b tape          *
C      *   npend      unit for pendf tape          *
C      *   ngout      unit for input group xsec (gendf) tape *
C      *          (if zero, group xsecs will be calculated) *
C      *          (if iread eq 2 or if mfcov eq 31 (see card 7), *
C      *          ngout cannot be zero) *
C      *          (default=0) *

```

```

C *   nout   unit for output covariance tape (default=0)      *
C *   nin    unit for input covariance tape (default=0)      *
C *          (nin and nout must be both coded or both binary) *
C *   nstan  unit for ratio-to-standard tape (default=0)    *
C * card 2
C *   matd   material to be processed                        *
C *   ign    neutron group option                          *
C *          (ign definition same as groupr, except ign=19,  *
C *          which means read in an energy grid, as in ign=1, *
C *          and supplement this with the endf covariance grid *
C *          within the range of the user-specified energies) *
C *          (default=1)                                     *
C *   iprint print option (0/1=minimum/maximum) (default=1) *
C *   irelco covariance form (0/1=absolute/relative) (default=1) *
C *   card 3 (omit if ngout.ne.0)                            *
C *   iwt    weight function option                         *
C *   mprint print option for group averaging (0=min., 1=max.) *
C *   tempin temperature (default=300)                       *
C *
C *---for endf/b version 4 (iverf=4) only-----*
C *
C *   card 4
C *   nek    number of derived xsec energy ranges            *
C *          (if zero, all xsecs are independent)            *
C *   card 5 (omit if nek=0)                                  *
C *   ek     nek+1 derived xsec energy bounds                *
C *   card 6 (omit if nek=0)                                  *
C *   akxy   derived cross section coefficients, one row/line *
C *
C *---for endf/b version 5 (iverf=5) only-----*
C *
C *   card 7
C *   iread  0/1/2=program calculated mts/input mts and eks/ *
C *          calculated mts plus extra mat1-mt1 pairs from input *
C *          (default=0)                                       *
C *   mfcov  endf covariance file (31, 32, or 33) to be      *
C *          processed (default=33).                            *
C *          note--contribution to group cross section        *
C *          covariances from resonance-parameter uncertainties *
C *          (mf=32) is included when mfcov=33 is specified.  *
C *
C *   following cards only if iread eq 1                       *
C *   card 8
C *   nmt    no. mts to be processed                          *
C *   nek    no. derived cross section energy ranges          *
C *          (if zero, all xsecs are independent)            *
C *   card 8a
C *   mts    nmt mts                                          *
C *   card 8b (omit if nek=0)                                  *
C *   ek     nek+1 derived cross section energy bounds        *
C *   card 9 (omit if nek=0)                                  *
C *   akxy   derived cross section coefficients, one row/line *
C *
C *   following card only if iread eq 2                         *
C *   card 10
C *   mat1   cross-material reaction to be added to          *
C *   mt1    covariance reaction list.                        *
C *          repeat for all mat1-mt1 pairs desired            *
C *          terminate with mat1=0.                            *
C *
C *   following card only if nstan ne 0                         *
C *   card 11
C *   matb   standards reaction referenced                    *

```

```

C      *      mtb      in matd.      *
C      *      matc    standards reaction to be      *
C      *      mtc      used instead.      *
C      *      repeat for all standard reactions to be redefined.      *
C      *      terminate with matb=0.      *
C      *      note. if matb(1) and mtb(1) are negative, then matc(1) and      *
C      *      mtc(1) identify a third reaction, correlated with matd thru      *
C      *      the use of the same standard. covariances of all reactions      *
C      *      in matd (which reference the standard) with the reaction      *
C      *      matc(1)-mtc(1) will be produced. the standard reaction      *
C      *      must be identified on card 10 and repeated as the negative      *
C      *      entries on card 11. the group xsec tape ngout must include      *
C      *      all covariance reactions in matd, plus matc(1)-mtc(1).      *
C      *-----*
C      *
C      *      card 12a (for ign eq 1 or ign eq 19)      *
C      *      ngn      number of groups      *
C      *      card 12b      *
C      *      egn      ngn+1 group bounds (ev)      *
C      *      card 13 (for iwt eq 1 only)      *
C      *      wght     weight function as a tab1 record      *
C      *      *
C      *-----*
C
C
COVR
C
C      *-----*
C      *
C      *      plot covariance data from errorr or make a condensed library.      *
C      *
C      *      in the plot option, covr plots a matrix of correlation      *
C      *      coefficients and an associated pair of standard deviation      *
C      *      vectors, i.e., a covariance matrix. the correlation      *
C      *      matrix is plotted as a shaded contour plot and the vectors      *
C      *      are plotted as semi-log plots, one rotated by 90 degrees.      *
C      *      the log energy grids for the vector plots are identical      *
C      *      to the grids for the matrix plot. this version plots      *
C      *      through viewr.      *
C      *
C      *      in the library option, covr produces a condensed bcd      *
C      *      covariance library in the boxer format. this format is      *
C      *      efficient for matrices of simple blocks.      *
C      *
C      *      ---input specifications (free format)-----*
C      *
C      *      card 1      *
C      *      nin      input tape unit      *
C      *      nout     output tape unit      *
C      *      (default=0=none)      *
C      *      nplot    viewr output unit      *
C      *      (default=0=none)      *
C      *
C      *      ---cards 2, 2a, and 3a for nout.ne.0 only (plot option)      *
C      *
C      *      card 2      *
C      *      icolor    select color or monochrome style      *
C      *      0=monochrome (uses cross hatching)      *
C      *      1=color background and contours      *
C      *      (default=0)      *
C      *
C      *      card 2a      *
C      *      epmin     lowest energy of interest (default=0.)      *
C      *
C      *      card 3a      *
C      *      irelco    type of covariances present on nin      *

```

```

C      *          0/1=absolute/relative covariances          *
C      *          (default=1)                                *
C      *      ncase   no. cases to be run (maximum=40)        *
C      *          (default=1)                                *
C      *      noleg   plot legend option                      *
C      *          -1/0/1=legend for first subcase only/      *
C      *          legend for all plots/no legends            *
C      *          (default=0)                                *
C      *      nstart  sequential figure number                *
C      *          0/n=not needed/first figure is figure n.  *
C      *          (default=1)                                *
C      *      ndiv   no. of subdivisions of each of the      *
C      *          gray shades (default=1)                    *
C      *          *                                          *
C      *      ---cards 2b, 3b, and 3c for nout gt 0 (library option) only-- *
C      *          *                                          *
C      *      card 2b                                     *
C      *      matype   output library matrix option          *
C      *          3/4=covariances/correlations              *
C      *          (default=3)                                *
C      *      ncase   no. cases to be run (maximum=40)        *
C      *          (default=1)                                *
C      *      card 3b                                     *
C      *      hlibid   up to 6 characters for identification *
C      *      card 3c                                     *
C      *      hdescr   up to 21 characters of descriptive    *
C      *          information                                *
C      *          *                                          *
C      *      ---cards 4 for both options---                *
C      *          *                                          *
C      *      card 4                                     *
C      *      mat     desired mat number                     *
C      *      mt      desired mt number                     *
C      *      mat1    desired mat1 number                   *
C      *      mt1     desired mt1 number                    *
C      *          (default for mt, mat1 and mt1 are 0,0,0    *
C      *          meaning process all mts for this mat       *
C      *          with mat1=mat)                              *
C      *          (neg. values for mt, mat1, and mt1 mean    *
C      *          process all mts for this mat, except for   *
C      *          the mt-numbers -mt, -mat1, and -mt1. in   *
C      *          general, -n will strip both mt=1 and mt=n. *
C      *          -4 will strip mt=1, mt=3, and mt=4, and   *
C      *          -62, for example, will strip mt=1, mt=62, *
C      *          mt=63, ... up to and incl. mt=90.)         *
C      *          repeat card 4 ncase times                  *
C      *          *                                          *
C      *      note---if more than one material appears on the input tape, *
C      *      the mat numbers must be in ascending order.   *
C      *          *                                          *
C      *      *****                                          *
C      *
C      MODER
C      *
C      *      *****                                          *
C      *          *                                          *
C      *      change the mode of an endf/b tape.            *
C      *          *                                          *
C      *      also works for pendf, genf and covariance tapes. *
C      *      moder can also be used to select materials from an endf-type *
C      *      tape, or to merge several materials into a new tape. *
C      *          *                                          *
C      *      *---input specifications (free format)-----*

```



```

c      * calculations (reference 1).
c      * in a given run, all three files can be produced using the
c      * same user-specified list of isotopes. the code will ignore
c      * isotopes which are not present on the groupr tape (and in the
c      * case of dlayxs, isotopes without delayed neutron data).
c      * the isotxs coding allows for nsblk equal to one or ngroup.
c      * in addition, files with higher order matrices can be produced
c      * with a separate block for each l-order (ifopt=2) or with all
c      * orders in one block (ifopt=1). this flexibility accommodates
c      * large group structures. fission vectors or fission
c      * matrices can be produced.
c      * in brkoxs, the potential scattering cross section for all
c      * energy groups is equal to the user-input value (xspo).
c      * the elastic removal f-factor is supplied as the sixth reaction.
c
c      * 1. r.d.odell. standard interface files and procedures
c      * for reactor physics codes, version iv,
c      * lanl report la-6941-ms (sept.77)
c
c      *
c      * ---input specifications (free format)-----
c      *
c      * -ccccr-
c      * card 1 units
c      *   nin      input unit for data from groupr
c      *   nisot    output unit for isotxs (0 if isotxs not wanted)
c      *   nbrks    output unit for brkoxs (0 if brkoxs not wanted)
c      *   ndlay    output unit for dlayxs (0 if dlayxs not wanted)
c      * card 2 identification
c      *   lprint   print flag (0/1=not print/printed)
c      *   ivers    file version number (default=0)
c      *   huse     user identification (12 characters)
c      *           delimited by *, ended by /.
c      *           (default=blank)
c      * card 3
c      *   hsetid   hollerith identification of set (12 characters)
c      *           delimited by *, ended by /.
c      *           (default=blank)
c      * card 4 file control
c      *   ngroup   number of neutron energy groups
c      *   nggrup   number of gamma energy groups
c      *   niso     number of isotopes desire
c      *   maxord   maximum legendre order
c      *   ifopt    matrix blocking option (1/2=blocking by
c      *           reaction/legendre order)
c      * card 5 isotope parameters (one card per isotope)
c      *   (first four words are hollerith, up to six characters
c      *   each, delimited by *)
c      *   hisnm    hollerith isotope label
c      *   habsid   hollerith absolute isotope label
c      *   hident   identifier of data source library (endf/b)
c      *   hmat     isotope identification
c      *   imat     numerical isotope identifier (endf/b mat number)
c      *   xspo     average potential scattering cross sect. (brkoxs)
c
c      * -cisotx- (only if nisot.gt.0)
c      * card 1 file control
c      *   nsblok   subblocking option for scattering matrix
c      *           (1 or ngrup sub-blocks allowed)
c      *   maxup    maximum number of upscatter groups (always zero)
c      *   maxdn    maximum number of downscatter groups
c      *   ichix    fission chi representation
c      *           -1 vector (using groupr flux)

```

```

C      *           0   none
C      *           +1  vector (using input flux)
C      *           .gt.1 matrix
C      * card 2 chi vector control (ichix=1 only)
C      *   spec      ngroup flux values used to collapse the groupr
C      *             fission matrix into a chi vector
C      * card 3 chi matrix control (ichix.gt.1 only)
C      *   spec      ngroup values of spec(i)=k define the range of
C      *             groups i to be averaged to obtain spectrum k.
C      *             index k ranges from 1 to ichi.
C      *             the model flux is used to weight each group i.
C      * card 4 isotope control (one card per isotope)
C      *   kbr       isotope classification
C      *   amass     gram atomic weight
C      *   efiss     total thermal energy/fission
C      *   ecapt     total thermal energy/capture
C      *   temp      isotope temperature
C      *   sigpot    average effective potential scattering
C      *   adens     density of isotope in mixture
C      *
C      * -cbrkxs- (only if nbrks.gt.0)
C      * card 1 (2i6) file data
C      *   nti       number of temperatures desired
C      *             (-n means accept first n temperatures)
C      *   nzi       number of sigpo values desire
C      *             (-n means accept first n dilution factors)
C      * card 2 (not needed if nti.lt.0)
C      *   atem(nti) values of desired temperatures
C      * card 3 (not needed if nzi.lt.0)
C      *   asig(nzi) values of desired sigpo
C      *
C      * -cdlayx-- no input required
C      *
C      *****
C
C MATXSR
C
C      *****
C      *
C      * produce matxs interface file from njoy intermediate cross
C      * section data from group or gaminr
C      *
C      * the matxs file uses a generalized, flexible format based on
C      * the cccc interface conventions. working from groupr and/or
C      * gaminr output tapes, this module can process neutron,
C      * thermal, photon, and charged-particle data into a
C      * single output file. this file can then be used by the
C      * transx code to prepare data libraries for transport codes.
C      *
C      * a matxs file specification may be found following the
C      * input instructions.
C      *
C      * ---input specifications (free format)-----
C      *
C      * card 1 units
C      *   ngen1      input unit for data from groupr
C      *   ngen2      input unit for data from gaminr
C      *   nmatx      output unit for matxs
C      *   ngen3      incident proton data from groupr (default=0)
C      *   ngen4      incident deuteron data from groupr (default=0)
C      *   ngen5      incident triton data from groupr (default=0)
C      *   ngen6      incident he3 data from groupr (default=0)
C      *   ngen7      incident alpha data from groupr (default=0)

```

```

c      * card 2 user identification
c      * ivers      file version number (default=0)
c      * huse      user id (up to 16 characters, delimited by *,
c      *            ended by /) (default=blank)
c      * card 3 file control
c      *  npart    number of particles for which group
c      *            structures are given
c      *  ntype    number of data types in set
c      *  nholl    number of cards to be read for hollerith
c      *            identification record.
c      *  nmat     number of materials desired
c      * card 4 set hollerith identification
c      *  hsetid   hollerith identification of set
c      *            (each line can be up to 72 characters,
c      *            delimited with *, ended by /)
c      * card 5 particle identifiers
c      *  hpart    hollerith identifiers for particles
c      *            (up to 8 characters each)
c      * card 6 energy groups
c      *  ngrp     number of groups for each particle
c      * card 7 data type identifiers
c      *  htype    hollerith identifiers for data types
c      *            (up to 8 characters each)
c      * card 8 input particle ids
c      *  jinp     input particle id for each data type
c      * card 9 output particle ids
c      *  joutp    output particle id for each data type
c      * card 10 material data (one card per material)
c      *  hmat     hollerith material identifier
c      *            (up to 8 characters each)
c      *  matno    integer material identifier
c      *            (endf/b mat number)
c      *  matgg    mat number for photoatomic data
c      *            (default=100*(matno/100) as in endf-6)
c      *
c      *****
c
c
c      *****
c      proposed 09/09/77
c      (modified 09/80)
c      (nomenclature changed 06/88)
c      (modified for const sub-blocks 06/90)
c      (ordering changed 10/90)
c      c      (bcd format changed 12/21/91)
c
c      cf      matxs
ce      material cross section file
c
cn      this file contains cross section
cn      vectors and matrices for all
cn      particles, materials, and reactions;
cn      delayed neutron spectra by time group;
cn      and decay heat and photon spectra.
c
cn      formats given are for file exchange only
c
c      *****
c
c
c-----
cs      file structure
cs

```

CS	record type	present if	-
CS	=====	=====	-
CS	file identification	always	-
CS	file control	always	-
CS	set hollerith identification	always	-
CS	file data	always	-
CS	***** ***** (repeat for all particles)		-
CS	* group structures	always	-
CS	*****		-
CS	***** ***** (repeat for all materials)		-
CS	* material control	always	-
CS	*		-
CS	* ***** ***** (repeat for all submaterials)		-
CS	* * vector control	n1db.gt.0	-
CS	* *		-
CS	* * ***** ***** (repeat for all vector blocks)		-
CS	* * * vector block	n1db.gt.0	-
CS	* * *****		-
CS	* *		-
CS	* * ***** ***** (repeat for all matrix blocks)		-
CS	* * * matrix control	n2d.gt.0	-
CS	* * *		-
CS	* * * ***** ***** (repeat for all sub-blocks)		-
CS	* * * * matrix sub-block	n2d.gt.0	-
CS	* * * *****		-
CS	* * *		-
CS	* * * constant sub-block	jconst.gt.0	-
CS	* * *		-
CS	*****		-
C			-
C	-----		-
C			-
C			-
C	-----		-
cr	file identification		-
C			-
cl	hname,(huse(i),i=1,2),ivers		-
C			-
cw	1+3*mult		-
C			-
cb	format(4h 0v ,a8,1h*,2a8,1h*,i6)		-
C			-
cd	hname hollerith file name - matxs - (a8)		-
cd	huse hollerith user identification (a8)		-
cd	ivers file version number		-
cd	mult double precision parameter		-
cd	1- a8 word is single word		-
cd	2- a8 word is double precision word		-
C			-
C	-----		-
C			-
C			-
C	-----		-
cr	file control		-
C			-
cl	npart,ntype,nholl,nmat,maxw,length		-
C			-
cw	6		-
C			-
cb	format(6h 1d ,6i6)		-
C			-

```

cd npart      number of particles for which group -
cd            structures are given                -
cd ntype      number of data types present in set -
cd nholl      number of words in set hollerith   -
cd            identification record                -
cd nmat       number of materials on file         -
cd maxw       maximum record size for sub-blocking -
cd length     length of file                      -
c                                                    -
c-----
c
c
c-----
cr          set hollerith identification          -
c                                                    -
cl      (hsetid(i),i=1,nholl)                   -
c                                                    -
cw      nholl*mult                               -
c                                                    -
cb      format(4h 2d /(9a8))                     -
c                                                    -
cd      hsetid      hollerith identification of set (a8) -
cd            (to be edited out 72 characters per line) -
c                                                    -
c-----
c
c
c-----
cr          file data                             -
c                                                    -
cl      (hp rt(j),j=1,npart),(h type(k),k=1,ntype),(hmatn(i),i=1,nmat), -
cl      1(ng rp(j),j=1,npart),(j inp(k),k=1,ntype),(joutp(k),k=1,ntype), -
cl      2(nsubm(i),i=1,nmat),(locm(i),i=1,nmat)   -
c                                                    -
cw      (npart+ntype+nmat)*mult+2*ntype+npart+2*nmat -
c                                                    -
cb      format(4h 3d ,4x,8a8/(9a8))      hp rt,h type,hmatn -
cb      format(12i6)                      ng rp,j inp,joutp,nsubm,locm -
c                                                    -
cd      hp rt(j)      hollerith identification for particle j -
cd            n          neutron -
cd            g          gamma -
cd            p          proton -
cd            d          deuteron -
cd            t          triton -
cd            h          he-3 nucleus -
cd            a          alpha (he-4 nucleus) -
cd            b          beta -
cd            r          residual or recoil -
cd            (heavier than alpha) -
cd      h type(k)     hollerith identification for data type k -
cd            nscat     neutron scattering -
cd            ng        neutron induced gamma production -
cd            gscat     gamma scattering -
cd            pn        proton induced neutron production -
cd            .          . -
cd            .          . -
cd            .          . -
cd            dkn       delayed neutron data -
cd            dkhg      decay heat and gamma data -
cd            dkb       decay beta data -
cd      hmatn(i)     hollerith identification for material i -
cd      ng rp(j)     number of energy groups for particle j -

```

```

cd   jinp(k)   type of incident particle associated with      -
cd                   data type k.  for dk data types, jinp is 0.  -
cd   joutp(k)  type of outgoing particle associated with     -
cd                   data type k                               -
cd   nsubm(i)  number of submaterials for material i         -
cd   locm(i)   location of material i                        -
c
c-----
c
c-----
cr           group structure                                 -
c
cl   (gpb(i),i=1,ngr),emin                                -
c
cc   ngr=ngrp(j)                                          -
c
cw   ngrp(j)+1                                           -
c
cb   format(4h 4d ,8x,1p,5e12.5/(6e12.5))                -
c
cd   gpb(i)     maximum energy bound for group i for particle j -
cd   emin      minimum energy bound for particle j         -
c
c-----
c
c-----
cr           material control                               -
c
cl   hmat,amass,(temp(i),sigz(i),itype(i),n1d(i),n2d(i),  -
cl   1locs(i),i=1,nsubm)                                  -
c
cw   mult+1+6*nsubm                                       -
c
cb   format(4h 5d ,a8,1p,2e12.5/(2e12.5,5i6))            -
c
cd   hmat      hollerith material identifier                -
cd   amass     atomic weight ratio                          -
cd   temp      ambient temperature or other parameters for  -
cd             submaterial i                               -
cd   sigz      dilution factor or other parameters for     -
cd             submaterial i                               -
cd   itype     data type for submaterial i                  -
cd   n1d       number of vectors for submaterial i         -
cd   n2d       number of matrix blocks for submaterial i   -
cd   locs      location of submaterial i                    -
c
c-----
c
c-----
cr           vector control                                 -
c
cl   (hvps(i),i=1,n1d),(nfg(i),i=1,n1d),(nlg(i),i=1,n1d) -
c
cw   (mult+2)*n1d                                         -
c
cb   format(4h 6d ,4x,8a8/(9a8))      hvps                 -
cb   format(12i6)                      iblk,nfg,nlg         -
c
cd   hvps(i)   hollerith identifier of vector              -
cd                   nelas      neutron elastic scattering  -

```

```

cd          n2n      (n,2n)          -
cd          nnf      second chance fission -
cd          gabs     gamma absorption   -
cd          p2n      protons in, 2 neutrons out -
cd          .        .                -
cd          .        .                -
cd          .        .                -
cd  nfg(i)    number of first group in band for vector i -
cd  nlg(i)    number of last group in band for vector i -
c          -
c-----
c
c
c-----
cr          vector block                -
c          -
cl  (vps(i),i=1,kmax)                  -
c          -
cc  kmax=sum over group band for each vector in block j -
c          -
cw  kmax                                  -
c          -
cb  format(4h 7d ,8x,1p,5e12.5/(6e12.5)) -
c          -
cd  vps(i)    data for group bands for vectors in block j. -
cd          block size is determined by taking all the group -
cd          bands that have a total length less than or equal -
cd          to maxw.                    -
c          -
c-----
c
c
c-----
cr          scattering matrix control    -
c          -
cl  hmtx,lord,jconst,                  -
cl  1(jband(l),l=1,noutg(k)),(ijj(l),l=1,noutg(k)) -
c          -
cw  mult+2+2*noutg(k)                  -
c          -
cb  format(4h 8d ,4x,a8/(12i6))        hmtx,lord,jconst, -
cb          jband,ijj                    -
c          -
cd  hmtx      hollerith identification of block -
cd  lord      number of orders present -
cd  jconst    number of groups with constant spectrum -
cd  jband(l)  bandwidth for group l -
cd  ij(j,l)   lowest group in band for group l -
c          -
c-----
c
c
c-----
cr          scattering sub-block         -
c          -
cl  (scat(k),k=1,kmax)                  -
c          -
cc  kmax=lord times the sum over all jband in the group range of -
cc  this sub-block                      -
c          -
cb  format(4h 9d ,8x,1p,5e12.5/(6e12.5)) -
c          -
cw  kmax

```



```

c
cd   scat(k)   matrix data given as bands of elements for initial -
cd           groups that lead to each final group.  the order -
cd           of the elements is as follows:  band for p0 of -
cd           group i, band for p1 of group i, ... , band for p0 -
cd           of group i+1, band for p1 of group i+1, etc.  the -
cd           groups in each band are given in descending order. -
cd           the size of each sub-block is determined by the -
cd           total length of a group of bands that is less than -
cd           or equal to maxw. -
cd
cd           if jconst.gt.0, the contributions from the jconst -
cd           low-energy groups are given separately. -
c
c-----
c
c-----
cr           constant sub-block -
c
cl   (spec(l),l=1,noutg(k)),(prod(l),l=11,ning(k)) -
c
cc   l1=ning(k)-jconst+1 -
c
cw   noutg(k)+jconst -
c
cb   format(4h10d ,8x,1p,5e12.5/(6e12.5)) -
c
cd   spec       normalized spectrum of final particles for initial -
cd           particles in groups l1 to ning(k) -
cd   prod       production cross section (e.g., nu*sigf) for -
cd           initial groups l1 through ning(k) -
cd
cd           this option is normally used for the energy-independent -
cd           neutron and photon spectra from fission and radiative -
cd           capture usually seen at low energies. -
c
c-----
c
c *****
c
RESXSR
c
c *****
c *
c *   construct an resxs resonance cross section -
c *   file from njoy pendf cross sections. -
c *
c *   user input -
c *
c *   card 1   units -
c *           nout   output unit -
c *
c *   card 2   control -
c *           nmat   number of materials -
c *           maxt   max. number of temperatures -
c *           nholl  number of lines of descriptive comments -
c *           efirst lower energy limit (ev) -
c *           elast  upper energy limit -
c *           eps    thinning tolerance -
c *
c *
c *   card 3   user id -
c *           huse   hollerith user identification (up to 16 chars) -
c

```

```

C      *      ivers      file version number      *
C      *
C      *      card 4      descriptive data (repeat nholl times)      *
C      *      holl      line of hollerith data (72 chars max)      *
C      *
C      *      card 5      material specifications (repeat nmat times)      *
C      *      hmat      hollerith name for material (up to 8 chars)      *
C      *      mat      endf mat number for material      *
C      *      unit      njoy unit number for pendf data      *
C      *
C      *      the resxs format specification follows:      *
C      *
C*****
C      proposed 09/24/90      -
C      -
Cf      resxs      -
Ce      resonance cross section file      -
C      -
Cn      this file contains pointwise cross      -
Cn      sections for the epithermal resonance      -
Cn      range to be used for hyper-fine flux      -
Cn      calculations. elastic, fission, and      -
Cn      capture cross sections are given vs      -
Cn      temperature. linear interpolation is      -
Cn      assumed.      -
C      -
Cn      formats given are for file exchange only      -
C      -
C*****
C
C
C-----
Cs      file structure      -
Cs      -
Cs      record type      present if      -
Cs      =====      =====      -
Cs      file identification      always      -
Cs      file control      always      -
Cs      set hollerith identification      always      -
Cs      file data      always      -
Cs      -
Cs      ***** (repeat for all materials)      -
Cs      *      material control      always      -
Cs      *
Cs      * ***** (repeat for all cross section blocks)      -
Cs      * *      cross section block      always      -
Cs      * *****      -
Cs      *****      -
C      -
C-----
C
C
C-----
Cr      file identification      -
C      -
Cl      hname, (huse(i), i=1,2), ivers      -
C      -
Cw      1+3*mult      -
C      -
Cb      format(4h ov ,a8,1h*,2a8,1h*, i6)      -
C      -
Cd      hname      hollerith file name - resxs - (a8)      -
Cd      huse      hollerith user identification (a8)      -

```

```

cd ivers          file version number          -
cd mult          double precision parameter    -
cd              1- a8 word is single word      -
cd              2- a8 word is double precision word -
c
-----
c
c
c
-----
cr          file control                        -
c
cl  efirst,elast,nholl,nmat,nblok             -
c
cw  5                                           -
c
cb  format(4h 1d ,2i6)                         -
c
cd  efirst      lowest energy on file (ev)     -
cd  elast       highest energy on file (ev)    -
cd  nholl       number of words in set hollerith -
cd              identification record           -
cd  nmat        number of materials on file    -
cd  nblok       energy blocking factor         -
c
-----
c
c
c
-----
cr          set hollerith identification        -
c
cl  (hsetid(i),i=1,nholl)                     -
c
cw  nholl*mult                                  -
c
cb  format(4h 2d ,8a8/(9a8))                   -
c
cd  hsetid      hollerith identification of set (a8) -
cd              (to be edited out 72 characters per line) -
c
-----
c
c
c
-----
cr          file data                          -
c
cl  (hmatn(i),i=1,nmat),(ntemp(i),i=1,nmat),(locm(i),i=1,nmat) -
c
cw  (mult+2)*nmat                              -
c
cb  format(4h 3d ,8a8/(9a8))      hmatn        -
cb  format(12i6)                  ntemp,locm    -
c
cd  hmatn(i)    hollerith identification for material i -
cd  ntemp(i)    number of temperatures for material i -
cd  locm(i)     location of material i             -
c
-----
c
c
c
-----
cr          material control                   -
c
cl  hmat,amass,(temp(i),i=1,ntemp),nreac,nener -

```

```

c
cw mult+3+ntemp
c
cb format(4h 6d ,a8,1h*,1p1e12.5/(6e12.5)) hmat,temp
cb format(2i6) nener,blok
c
cd hmat hollerith material identifier
cd amass atomic weight ratio
cd temp temperature values for this material
cd nreac number of reactions for this material
cd (3 for fissionable, 2 for nonfissionable)
cd nener number of energies for this material
c
-----
c
c
-----
cr cross section block
c
cl (xsb(i),i=1,imax)
c
cc imax=3*ntemp*(number of energies in the block)
c
cw imax
c
cb format(4h 8d ,1p5e12.5/(6e12.5))
c
cd xsb(i) data for a block of nblok or fewer point energy
cd values. the data values given for each energy
cd are nelas, nfis, and ng at temp(1), followed by
cd nelas, nfis, and ng at temp(2), and so on.
c
-----
c
c
ACER
c
c *****
c *
c * prepare a data library for mcnp,
c * the los alamos continuous energy monte carlo code
c *
c * --- continuous (fast) data ---
c *
c * reaction cross sections are reconstructed on the grid of the
c * total cross section from the input pendf tape (assumed to be
c * linearized and unionized). redundant reactions (except for
c * mt1, mt452, and reactions needed for photon yields) are
c * removed. mt18 is considered redundant if mt19 is present.
c * angular distributions are converted into either 32 equally
c * probable bins, or into cumulative probability distributions.
c * tabulated energy distributions are converted into "law 4"
c * probability distributions. analytic secondary-energy
c * distributions are converted into their ace formats.
c * coupled energy-angle distributions (file 6) are converted
c * into ace laws. the old format supports law44 for tabulated
c * data with kalbach systematics, law67 for angle-energy data,
c * and law66 for phase space. the newer format adds law61 with
c * with cumulative angle distributions for legendre or tabulated
c * distributions (see newfor). all photon production cross
c * sections are combined on the cross section energy grid.
c * if provided, multigroup photon production data is summed
c * and converted into a set of equally probable emission

```

```

c * energies for each input group. detailed photon production *
c * data can be generated directly from files 12, 13, 14, 15, *
c * and 16 from the input endf tapes and written out using the *
c * "law 4" cumulative energy distribution format. *
c * *
c * --- thermal data --- *
c * *
c * the data from the pendf tape as prepared by the thermr *
c * module is read in. inelastic and incoherent elastic cross *
c * sections are stored directly. coherent elastic cross *
c * sections are converted to a cumulative "stair step" form *
c * and stored. the angular representation for incoherent *
c * elastic is stored directly. none is needed for coherent *
c * elastic. the incoherent inelastic energy distributions *
c * are converted into probability bins with the equally *
c * probable angles left unchanged. the bins can have equal *
c * probabilities or variable probabilities. in the latter *
c * case, outlying bins with smaller probabilities are provided *
c * to extend the sampling to rare events. *
c * *
c * --- dosimetry data --- *
c * *
c * endf cross sections for dosimetry reactions are simply *
c * stored in ace format without changing the energy grid. *
c * the endf interpolation law is also provided. *
c * *
c * --- photoatomic data --- *
c * *
c * photon interaction cross sections are stored on the grid of *
c * the total cross section. the coherent form factor is *
c * stored together with an integral over the form factor that *
c * is used in sampling for coherent scattering. the *
c * incoherent scattering function is simply stored. photon *
c * heating is calculated from the incoherent scattering data, *
c * the pair production data, and the photoelectric absorption *
c * data. the input photoatomic data is mounted on nendf. *
c * fluorescence data can be generated from atomic relaxation *
c * data in endf format mounted on npend. *
c * *
c * --- photonuclear data --- *
c * *
c * photonuclear data are processed from new evaluations now *
c * available in endf format using a new ace format developed *
c * for mcnp and mcnpx. *
c * *
c * --- particle production --- *
c * *
c * with the new format (see newfor), for charged particles, and *
c * for photonuclear data, new sections are written describing the *
c * distributions of light particles produced that are different *
c * from the incident particle. *
c * *
c * --- incident charged particles --- *
c * *
c * incident charged particles are automatically recognized from *
c * the input tape. *
c * *
c * --- mcnpx format --- *
c * *
c * mcnpx format is given to support a proposed extension of *
c * the zaid identifier that uses three digits and two letters *
c * to the right of the decimal. this will increase flexibility *
c * for handling exotic particles and provide more space for *

```

```

c      * different data versions.  to request mcnp format, set the      *
c      * value of iopt negative.                                         *
c      *                                                                    *
c      *      --- output ---                                             *
c      *                                                                    *
c      * the ace output file can be type 1 (formatted) or type 2        *
c      * (f77 binary).  type 3 is no longer used.  a line of file      *
c      * directory information is also written.  it must normally      *
c      * be edited to tell the system the path to the file.  acer      *
c      * can also be used to print, edit, or convert the mode of      *
c      * existing ace-format files.                                     *
c      *                                                                    *
c      *---input specifications (free format)-----*
c      *                                                                    *
c      * card 1                                                           *
c      *   nendf      unit for input endf/b tape                          *
c      *   npend      unit for input pendf tape                           *
c      *   ngend      unit for input multigroup photon data              *
c      *   nace       unit for output ace tape                            *
c      *   ndir      unit for output mcnp directory                       *
c      * card 2                                                           *
c      *   iopt      type of acer run option                              *
c      *             1  fast data                                         *
c      *             2  thermal data                                       *
c      *             3  dosimetry data                                       *
c      *             4  photo-atomic data                                    *
c      *             5  photo-nuclear data                                   *
c      *             7  read type 1 ace files to print or edit            *
c      *             8  read type 2 ace files to print or edit            *
c      *             set iopt negative for mcnp format                     *
c      *   iprint    print control (0 min, 1 max, default=1)              *
c      *   ntype     ace output type (1, 2, or 3, default=1)              *
c      *   suff      id suffix for zaid (default=.00)                     *
c      *   nxtra     number of iz,aw pairs to read in (default=0)         *
c      * card 3                                                           *
c      *   hk        descriptive character string (70 char max)           *
c      *             delimited by quotes                                    *
c      * card 4 (nxtra.gt.0 only)                                          *
c      *   iz,aw     nxtra pairs of iz and aw                              *
c      *                                                                    *
c      *      --- fast data (iopt=1 only) ---                             *
c      *                                                                    *
c      * card 5                                                           *
c      *   matd      material to be processed                             *
c      *   tempd     temperature desired (kelvin) (default=300)           *
c      * card 6                                                           *
c      *   newfor    use new cumulative angle distributions,               *
c      *             law 61, and outgoing particle distributions.          *
c      *             (0=no, 1=yes, default=1)                               *
c      *   iopp      detailed photons (0=no, 1=yes, default=1)           *
c      * card 7                                                           *
c      *   type of thinning is determined by sign of thin(1)             *
c      *   (pos. or zero/neg.=energy skip/integral fraction)             *
c      *   (all entries defaulted=no thinning)                             *
c      *   thin(1)   e1 energy below which to use all energies (ev)      *
c      *             or iwtt weighting option (1=flat,2=1/e)              *
c      *             (1/e actually has weight=10 when e lt .1)            *
c      *   thin(2)   e2 energy above which to use all energies           *
c      *             or target number of points                            *
c      *   thin(3)   iskf skip factor--use every iskf-th energy          *
c      *             between e1 and e2, or rsigz reference sigma zero     *
c      *                                                                    *
c      *      --- thermal data (iopt=2 only) ---                         *

```

```

C      *
C      * card 8
C      *   matd      material to be processed
C      *   tempd    temperature desired (kelvin) (default=300)
C      *   tname    thermal zaid name ( 6 char max, def=za)
C      * card 8a
C      *   iza01    moderator component za value
C      *   iza02    moderator component za value (def=0)
C      *   iza03    moderator component za value (def=0)
C      * card 9
C      *   mti      mt for thermal incoherent data
C      *   nbint    number of bins for incoherent scattering
C      *   mte      mt for thermal elastic data
C      *   ielas   0/1=coherent/incoherent elastic
C      *   nmix     number of atom types in mixed moderator
C      *             (default=1, not mixed)
C      *             (example, 2 for beo or c6h6)
C      *   emax     maximum energy for thermal treatment (ev)
C      *             (default=1000.=determined from mf3, mti)
C      *   iwt      weighting option
C      *             0/1=variable/constant (default=variable)
C      *
C      * --- dosimetry data (iopt=3 only) ---
C      *
C      * card 10
C      *   matd      material to be processed
C      *   tempd    temperature desired (kelvin) (default=300)
C      *
C      * --- photo-atomic data (iopt=4 only) ---
C      *
C      * card 11
C      *   matd      material to be processed
C      *
C      * --- photo-nuclear data (iopt=5 only) ---
C      *
C      * card 11
C      *   matd      material to be processed
C      *
C      * --- print or edit existing files (iopt=7-9) ---
C      *
C      * no additional input cards are required. mount the old
C      * ace tape on "npend". the code can modify zaid, hk,
C      * the (iz,aw) list, and the type of the file. use suff<0
C      * to leave the old zaid unchanged. use just "/" on
C      * card 3 to leave the comment field hk unchanged. use
C      * nxtra=0 to leave the old iz,aw list unchanged.
C      * the code can modify zaid, hk, and type of file.
C      *
C      * exhaustive consistency checks are automatically made on
C      * the input file. if ngend.ne.0, a set of standard ace plots
C      * are prepared on unit ngend as plotr input instructions.
C      *
C      * *****
C
C      *
C      * produce input for the epri-cell codes gamtap (fast) and
C      * librar (thermal), and the epri-cpm code clib.
C      *
C      * ---input specifications (free format)-----
C      *

```

```

c      * card 1
c      *   ngendf  unit for input gout tape
c      *   nout   unit for output tape
c      * card 2
c      *   lib    library option (1=fast, 2=thermal, 3=cpm)
c      *   iprint print option (0=minimum, 1=maximum)
c      *           (default=0)
c      *   iclaps group collapsing option (0=collapse from 185 group
c      *           to desired group structure, 1=no collapse)
c      *           (default=0)
c      *
c      *---for lib=1-----
c      *
c      * card 3
c      *   matd    material to be processed
c      *           if matd lt 0, read-in absorption data only for
c      *           this material with mat=abs(matd) directly from
c      *           input deck (see card 6)
c      *   following three parameters irrelevant for matd lt 0
c      *   rtemp   reference temperature (degrees kelvin)
c      *           (default=300 k)
c      *   iff     f-factor option
c      *           (0/1=do not calculate f-factors/calculate if found)
c      *           (default=1)
c      *   nsgz    no. of sigma zeroes to process for this material
c      *           (default=0=all found on input tape)
c      *   izref   ref. sigzero for elastic matrix (default=1)
c      * cards 4 and 5 for normal run only (matd gt 0)
c      * card 4
c      *   word    description of nuclide (up to 16 characters,
c      *           delimited with *, ended with /) (default=blank)
c      * card 5
c      *   fsn     title of fission spectrum (up to 40 characters,
c      *           delimited with *, ended with /0 (default=blank)
c      *           delimited with *, ended with /) (default=blank)
c      * card 6 for reading in absorption data only
c      *   abs     ngnd absorption values (default values=0)
c      * repeat cards 3 through 6 for each material desired.
c      * terminate with matd=0/ (i.e., a 0/ card).
c      *
c      *---for lib=2-----
c      *
c      * card 3
c      *   matd    material to be processed
c      *   idtemp  temperature id (default=300 k)
c      *   name    hollerith name of isotope (up to 10 characters,
c      *           delimited with *, ended with /) (default=blank)
c      * card 4 default for all values=0.
c      *   itrc   transport correction option (0 no, 1 yes)
c      *   mti    thermal inelastic mt
c      *   mtc    thermal elastic mt
c      * card 5 default for all values=0.
c      *   xi
c      *   alpha
c      *   mubar
c      *   nu
c      *   kappa fission
c      *   kappa capture
c      *   lambda
c      *   sigma s if 0, set to scattering cross section at group 35
c      * repeat cards 3 thru 5 for each material and temperature desired*
c      * (maximum number of temperatures allowed is 7.)
c      * terminate with matd=0/ (i.e., a 0/ card).

```



```

C      *
C      *---for lib=3-----*
C      *
C      * card 3
C      *   nlib      number of library.
C      *   idat      date library is written (i format).
C      *   newmat    number of materials to be added.
C      *   iopt      add option (0=mats will be read in,
C      *             1=use all mats found on ngendf).
C      *   mode      0/1/2=replace isotope(2) in cpmlib/
C      *             add/create a new library (default=0)
C      *   if5       file5 (burnup data) option
C      *             0/1/2=do not process file5 burnup data/
C      *             process burnup data along with rest of data/
C      *             process burnup data only (default=0)
C      *             (default=0)
C      *   if4       file4 (cross section data) option
C      *             0/1=do not process/process
C      *             (default=1)
C      * card 4 for iopt=0 only
C      *   mat       endf mat number of all desired materials.
C      *             for materials not on gendf tape, use ident for mat.
C      *             if mat lt 0, add 100 to output ident
C      *             (for second isomer of an isotope)
C      * card 5
C      *   nina       nina indicator.
C      *             0/1/2/3=normal/
C      *             no file2 data, calculate absorption in file4/
C      *             no file2 data, read in absorption in file4/
C      *             read in all file2 and file4 data.
C      *   ntemp      no. of temperatures to process for this material
C      *             (default=0=all found on input tape)
C      *   nsigz      no. of sigma zeroes to process for this material
C      *             (default=0=all found on input tape)
C      *   sgrf       reference sigma zero
C      *             following 2 parameters are for nina=0 or nina=3.
C      *   ires       resonance absorber indicator (0/1=no/yes)
C      *   sigp       potential cross section from endf/b.
C      *             following 5 parameters are for ntapea=0 only
C      *   mti        thermal inelastic mt
C      *   mtc        thermal elastic mt
C      *   ip1opt     0/1=calculate p1 matrices/
C      *             correct p0 scattering matrix ingroups.
C      * *****if a p1 matrix is calculated for one of the isotopes
C      *             having a p1 matrix on the old library, file 6 on the
C      *             new library will be completely replaced.*****
C      *   inorf     0/1=include resonance fission if found/
C      *             do not include
C      *             following two parameters for mode=0 only
C      *   pos        position of this isotope in cpmlib
C      *   posr       (for ires=1) position of this isotope in resonance
C      *             tabulation in cpmlib
C      * repeat card 5 for each nuclide.
C      * following three cards are for if5 gt 0 only
C      * card 6
C      *   ntis       no. time-dependent isotopes
C      *   nfis       no. fissionable burnup isotopes
C      * card 7
C      *   identb     ident of each of the nfis isotopes
C      * card 8
C      *   identa     ident of time-dependent isotope
C      *   decay       decay constant (default=0.)
C      *   yield      nfis yields (default=0.)

```



```

c      * card 2a (igroup.eq.9 only)
c      *   ngnd  number of groups
c      *   nfg   number of fast groups
c      *   nrg   number of resonance groups
c      *   igref reference group (default is last fast group)
c      *
c      * card 3
c      *   mat   endf mat number of the material to be processed
c      *   nfid  not used
c      *   rdfid identification of material for the wims library
c      *   iburn burnup data option
c      *         -1=suppress printout of burnup data
c      *         0=no burnup data is provided (default)
c      *         1=burnup data is provided in cards 5 and 6
c      *
c      * card 4
c      *   ntemp no. of temperatures to process for this material
c      *         in the thermal energy range
c      *         (0=all found on input tape)
c      *   nsigz no. of sigma zeroes to process for this material
c      *         (0=all found on input tape)
c      *   sgref reference sigma zero
c      *         (.ge. 1.e10 to select all cross sect. at inf.dil.
c      *         but fully shielded elastic x-sect,
c      *         .lt. 1.e10 to select all x-sect at inf.dil.
c      *         =sig0 from the list on groupr input to
c      *         select all x-sect. at that sig0)
c      *   ires  resonance absorber indicator
c      *         0=no resonance tables
c      *         >0=ires temperatures processed
c      *   sigp  potential cross section from endf/b.
c      *         (if zero, replace by the elastic cross section)
c      *   mti  thermal inelastic mt (default=0=none)
c      *   mtc  thermal elastic mt (default=0=none)
c      *   ip1opt include p1 matrices
c      *         0=yes
c      *         1=no, correct p0 ingroups (default)
c      *   inorf resonance fission (if found)
c      *         0=include resonance fission (default)
c      *         1=do not include
c      *   isof  fission spectrum
c      *         0=do not include fission spectrum (default)
c      *         1=include fission spectrum
c      *   ifprod fission product flag
c      *         0=not a fission product (default)
c      *         1=fission product, no resonance tables
c      *         2=fission product, resonance tables
c      *   jp1  transport correction neutron current spectrum flag
c      *         0=use p1-flux for transport correction (default)
c      *         >0=read in jp1 values of the neutron current
c      *         spectrum from input
c      *
c      * the following cards 5 and 6 are for iburn gt 0 only
c      * card 5
c      *   ntis  no. of time-dependent isotopes
c      *         for burnable materials ntis=2
c      *         for fissile materials ntis>2 when fission product
c      *         yields are given.
c      *   efiss energy released per fission
c      *
c      * card 6a
c      *   identa ident of capture product isotope
c      *   yield  yield of product identa from capture

```



```

C      *          2=blanched almond          *
C      *          3=antique white           *
C      *          4=very pale yellow        *
C      *          5=very pale rose          *
C      *          6=very pale green         *
C      *          7=very pale blue          *
C      *
C      * -----repeat cards 2 through 13 for each curve----- *
C      *
C      * card 2
C      *   iplot          plot index
C      *                   99 = terminate plotting job
C      *                   1 = new axes, new page
C      *                  -1 = new axes, existing page
C      *                   n = nth additional plot on existing axes
C      *                  -n = start a new set of curves using
C      *                       the alternate y axis
C      *                   default = 1
C      *   iwcol          window color (def=white)
C      *                   color list same as for ipcol above
C      *   factx          factor for energies (default=1.)
C      *   facty          factor for cross-sections (default=1.)
C      *   xll,yll        lower-left corner of plot area
C      *   ww,wh,wr       window width, height, and rotation angle
C      *                   (plot area defaults to one plot per page)
C      *
C      * -----cards 3 thru 7 for iplot = 1 or -1 only----- *
C      *
C      * card 3
C      *   t1              first line of title
C      *                   60 characters allowed.
C      *                   default=none
C      *
C      * card 3a
C      *   t2              second line of title
C      *                   60 characters allowed.
C      *                   default=none
C      *
C      * card 4
C      *   itype           type for primary axes
C      *                   1 = linear x - linear y
C      *                   2 = linear x - log y
C      *                   3 = log x - linear y
C      *                   4 = log x - log y
C      *                   set negative for 3d axes
C      *                   default=4
C      *   jtype           type for alternate y axis or z axis
C      *                   0 = none
C      *                   1 = linear
C      *                   2 = log
C      *                   default=0
C      *   igrd            grid and tic mark control
C      *                   0 = no grid lines or tic marks
C      *                   1 = grid lines
C      *                   2 = tic marks on outside
C      *                   3 = tic marks on inside
C      *                   default=2
C      *   ileg            option to write a legend.
C      *                   0 = none
C      *                   1 = write a legend block with upper left
C      *                       corner at xtag,ytag (see below)
C      *                   2 = use tag labels on each curve with
C      *                       a vector from the tag to the curve

```

```

C *          default=0 *
C *   xtag    x coordinate of upper left corner *
C *          of legend block *
C *   ytag    y coord of upper left corner *
C *          default=upper left corner of plot *
C * * * * *
C * card 5 * *
C *   el      lowest energy to be plotted *
C *   eh      highest energy to be plotted *
C *   xstep   x axis step *
C *          default = automatic scales *
C *          (default all 3, or none) *
C *          (the actual value of xstep is *
C *          ignored for log scales) *
C * * * * *
C * card 5a * *
C *   xlabel  label for x axis *
C *          60 characters allowed. *
C *          default="energy (ev)" *
C * * * * *
C * card 6 * *
C *   yl      lowest value of y axis. *
C *   yh      highest value of y axis. *
C *   ystep   step for y axis (linear scales only) *
C *          default = automatic scales *
C *          (default all 3, or none) *
C *          (the actual value of ystep is *
C *          ignored for log scales) *
C * * * * *
C * card 6a * *
C *   ylabel  label for y axis *
C *          60 characters allowed. *
C *          default="cross section (barns)" *
C * * * * *
C * card 7 (jtype.gt.0 only) *
C *   rbot    lowest value of secondary y axis or z axis *
C *   rtop    highest value of secondary y axis or z axis *
C *   rstep   step for secondary y axis or z axis *
C *          default for last three = automatic *
C * * * * *
C * card 7a (jtype.gt.0 only) *
C *   rl      label for alternate y axis or z axis *
C *          60 characters allowed. *
C *          default=blank *
C * * * * *
C * -----cards 8 thru 9 are always given----- *
C * * * * *
C * card 8 * *
C *   iverf   version of endf tape *
C *          set to zero for data on input file *
C *          and ignore rest of parameters on card *
C *          set to 1 for gendf data *
C *   nin     input tape *
C *          can change for every curve if desired. *
C *   matd    desired material *
C *   mfd     desired file *
C *   mtd     desired section *
C *          mtd=0 means loop over all reactions in mfd *
C *          (usually one page per mt, but for mf=3, *
C *          resonance reactions may have several pages) *
C *   temper  temperature for endf/b data (k) *
C *          default=0. *
C *   nth,ntp,nkh see below (defaults=1) *

```

```

C *
C * special meanings for nth,ntp,nkh for file 3 or 5 data *
C * nth number of subsection to plot *
C * (works for isomer prod, delayed n, etc.) *
C * ntp not used *
C * nkh not used *
C *
C * special meanings for nth,ntp,nkh for file 6 data *
C * nth index for incident energy *
C * ntp number of dep. variable in cyle to plot *
C * (or angle number for law 7) *
C * nkh number of outgoing particle to plot *
C *
C * special meanings for nth,ntp,nkh for gendf mf=3 data *
C * nth=0 for flux per unit lethargy *
C * nth=1 for cross section (default) *
C * ntp=1 for infinite dilution (default) *
C * ntp=2 for next lowest sigma-zero values, etc. *
C * nkh=1 for p0 weighting (default) *
C * nkh=2 for p1 weighting (total only) *
C *
C * special meaning for nth for gendf mf=6 data *
C * nth=1 plot 2-d spectrum for group 1 *
C * nth=2 plot 2-d spectrum for group 2 *
C * etc. *
C * no special flags are needed for mf=6 3d plots *
C *
C * special meanings for nth and ntp for mf7 plots *
C * nth is index for indep. variable (alpha or beta) *
C * ntp=1 selects alpha as indep. variable (default) *
C * ntp=2 selects beta as indep. variable *
C * nkh=1 selects normal s(alpha,beta) *
C * nkh=2 selects script s(alpha,-beta) *
C * nkh=3 selects script s(alpha,beta) *
C *
C * -----cards 9 and 10 for 2d plots only----- *
C *
C * card 9 *
C * icon symbol and connection option *
C * 0 = points connected, no symbols *
C * -i = points not connected, symbol at every *
C * ith point *
C * i = points connected, symbol at every ith *
C * points *
C * default=0 *
C * isym no. of symbol to be used *
C * 0 = square *
C * 1 = octagon *
C * 2 = triangle *
C * 3 = cross *
C * 4 = ex *
C * 5 = diamond *
C * 6 = inverted triangle *
C * 7 = exed square *
C * 8 = crossed ex *
C * 9 = crossed diamond *
C * 10 = crossed octagon *
C * 11 = double triangle *
C * 12 = crossed square *
C * 13 = exed octagon *
C * 14 = triangle and square *
C * 15 = filled circle *
C * 16 = open circle *

```

```

C      *          17 = open square          *
C      *          18 = filled square        *
C      *          default=0                 *
C      *      idash      type of line to plot *
C      *          0 = solid                  *
C      *          1 = dashed                 *
C      *          2 = chain dash            *
C      *          3 = chain dot             *
C      *          4 = dot                   *
C      *          default=0                 *
C      *      iccol     curve color (def=black) *
C      *          0=black                    *
C      *          1=red                      *
C      *          2=green                    *
C      *          3=blue                     *
C      *          4=magenta                  *
C      *          5=cyan                     *
C      *          6=brown                    *
C      *          7=purple                   *
C      *      ithick    thickness of curve (def=1) *
C      *          0 = invisible (for shaded areas) *
C      *      ishade    shade pattern          *
C      *          0 = none                    *
C      *          1 to 10 = 10% to 100% gray *
C      *          11 to 20 = 45 deg right hatching *
C      *          21 to 30 = 45 deg left hatching *
C      *          31 to 40 = 45 deg cross hatching *
C      *          41 to 50 = shades of green *
C      *          51 to 60 = shades of red *
C      *          61 to 70 = shades of brown *
C      *          71 to 80 = shades of blue *
C      *          default=0                 *
C      *          *                         *
C      *      card 10  ---ileg.ne.0 only--- *
C      *      aleg     title for curve tag or legend block *
C      *          60 characters allowed. *
C      *          default=blank *
C      *          *                         *
C      *      card 10a ---ileg.eq.2 only--- *
C      *      xtag     x position of tag title *
C      *      ytag     y position of tag title *
C      *      xpoint   x coordinate of vector point *
C      *          (.le.0 to omit vector) *
C      *          *                         *
C      *      -----card 11 for 3d plots only----- *
C      *          *                         *
C      *      card 11 *                         *
C      *          xv,yv,zv  abs. coords of view point *
C      *          defaults=15.,-15.,15. *
C      *          x3,y3,z3  abs. sides of work box volume *
C      *          defaults=2.5,6.5,2.5 *
C      *          *                         *
C      *          set x3 or y3 negative to flip the order of the *
C      *          axis on that side of the work box. *
C      *          *                         *
C      *      -----cards 12 thru 13 for iverf = 0 only----- *
C      *          *                         *
C      *      card 12 *                         *
C      *          nform    format code for input data *
C      *          0 = free format input with *
C      *          optional x and y error bars *
C      *          *                         *
C      *      card 13  ---nform = 0 only--- *

```



```

C *          1 landscape (10x7.5in) *
C *  istyle  character style (def=2) *
C *          1 roman *
C *          2 swiss *
C *  size    character size option *
C *          pos = height in page units *
C *          neg = height as fraction of subplot size *
C *          (default=.30) *
C *  ipcol    page color (def=white) *
C *          0=white *
C *          1=navajo white *
C *          2=blanched almond *
C *          3=antique white *
C *          4=very pale yellow *
C *          5=very pale rose *
C *          6=very pale green *
C *          7=very pale blue *
C * * *
C * -----repeat cards 2 through 13 for each curve----- *
C * * *
C *  card 2 *
C *  iplot    plot index *
C *          99 = terminate plotting job *
C *          1 = new axes, new page *
C *          -1 = new axes, existing page *
C *          n = nth additional plot on existing axes *
C *          -n = start a new set of curves using *
C *              the alternate y axis *
C *          default = 1 *
C *  iwcol    window color (def=white) *
C *          color list same as for ipcol above *
C *  factx    factor for energies (default=1.) *
C *  facty    factor for cross-sections (default=1.) *
C *  xll,yll  lower-left corner of plot area *
C *  ww,wh,wr window width, height, and rotation angle *
C *          (plot area defaults to one plot per page) *
C * * *
C * -----cards 3 thru 7 for iplot = 1 or -1 only----- *
C * * *
C *  card 3 *
C *  t1       first line of title *
C *          60 characters allowed. *
C *          default=none *
C * * *
C *  card 3a *
C *  t2       second line of title *
C *          60 characters allowed. *
C *          default=none *
C * * *
C *  card 4 *
C *  itype    type for primary axes *
C *          1 = linear x - linear y *
C *          2 = linear x - log y *
C *          3 = log x - linear y *
C *          4 = log x - log y *
C *          set negative for 3d axes *
C *          0 = no plot, titles only *
C *          default=4 *
C *  jtype    type for alternate y axis or z axis *
C *          0 = none *
C *          1 = linear *
C *          2 = log *
C *          default=0 *

```

```

C *   igrd      grid and tic mark control          *
C *           0 = no grid lines or tic marks      *
C *           1 = grid lines                      *
C *           2 = tic marks on outside            *
C *           3 = tic marks on inside            *
C *           default=2                          *
C *   ileg     option to write a legend.         *
C *           0 = none                           *
C *           1 = write a legend block with upper left *
C *               corner at xtag,ytag (see below) *
C *           2 = use tag labels on each curve with *
C *               a vector from the tag to the curve *
C *           default=0                          *
C *   xtag     x coordinate of upper left corner  *
C *           of legend block                    *
C *   ytag     y coord of upper left corner      *
C *           default=upper left corner of plot  *
C * * * * *                                     *
C *   card 5   * * * * *                         *
C *   xmin     lowest energy to be plotted       *
C *   xmax     highest energy to be plotted     *
C *   xstep    x axis step                      *
C *           default = automatic scales        *
C *           (for linear, give all 3, or none) *
C *           (for log, give first 2, or none)  *
C * * * * *                                     *
C *   card 5a  * * * * *                         *
C *   xlabel   label for x axis                 *
C *           60 characters allowed.            *
C *           (default = no label, no numbering) *
C * * * * *                                     *
C *   card 6   * * * * *                         *
C *   ymin     lowest value of y axis.          *
C *   ymax     highest value of y axis.         *
C *   ystep    step for y axis (linear scales only) *
C *           default = automatic scales        *
C *           (for linear, give all 3, or none) *
C *           (for log, give first 2, or none)  *
C * * * * *                                     *
C *   card 6a  * * * * *                         *
C *   ylabel   label for y axis                 *
C *           60 characters allowed.            *
C *           (default = no label, no numbering) *
C * * * * *                                     *
C *   card 7   (jtype.gt.0 only)                *
C *   rmin     lowest value of secondary y axis or z axis *
C *   rmax     highest value of secondary y axis or z axis *
C *   rstep    step for secondary y axis or z axis *
C *           (default = automatic scale)       *
C *           (for linear, give all 3, or none) *
C *           (for log, give first 2, or none)  *
C * * * * *                                     *
C *   card 7a  (jtype.gt.0 only)                *
C *   rl       label for alternate y axis or z axis *
C *           60 characters allowed.            *
C *           (default = no label, no numbering) *
C * * * * *                                     *
C *   card 8   -- dummy input card for consistency with plotr *
C *           it always should be 0/           *
C * * * * *                                     *
C *   -----cards 9 and 10 for 2d plots only----- *
C * * * * *                                     *
C *   card 9   * * * * *                         *

```

```

c * icon symbol and connection option *
c * 0 = points connected, no symbols *
c * -i = points not connected, symbol at every *
c * ith point *
c * i = points connected, symbol at every ith *
c * points *
c * default=0 *
c * isym no. of symbol to be used *
c * 0 = square *
c * 1 = octagon *
c * 2 = triangle *
c * 3 = cross *
c * 4 = ex *
c * 5 = diamond *
c * 6 = inverted triangle *
c * 7 = exed square *
c * 8 = crossed ex *
c * 9 = crossed diamond *
c * 10 = crossed octagon *
c * 11 = double triangle *
c * 12 = crossed square *
c * 13 = exed octagon *
c * 14 = triangle and square *
c * 15 = filled circle *
c * 16 = open circle *
c * 17 = open square *
c * 18 = filled square *
c * 19 = filled diamond *
c * 20 = filled triangle *
c * 21 = filled inverted triangle *
c * 22 = crossed circle *
c * 23 = exed circle *
c * 24 = exed diamond *
c * default=0 *
c * idash type of line to plot *
c * 0 = solid *
c * 1 = dashed *
c * 2 = chain dash *
c * 3 = chain dot *
c * 4 = dot *
c * 5 = invisible *
c * default=0 *
c * iccol curve color (def=black) *
c * 0=black *
c * 1=red *
c * 2=green *
c * 3=blue *
c * 4=magenta *
c * 5=cyan *
c * 6=brown *
c * 7=purple *
c * ithick controls thickness of curve *
c * 0 = invisible (for shaded areas) *
c * (default=1) *
c * ishade shade pattern *
c * 0 = none *
c * 1 to 10 = 10% to 100% gray *
c * 11 to 20 = 45 deg right hatching *
c * 21 to 30 = 45 deg left hatching *
c * 31 to 40 = 45 deg cross hatching *
c * 41 to 50 = shades of green *
c * 51 to 60 = shades of red *
c * 61 to 70 = shades of brown *

```

```

C      *          71 to 80 = shades of blue          *
C      *          default=0                          *
C      *
C      * card 10  ---ileg.ne.0 only---              *
C      *      aleg          title for curve tag or legend block *
C      *                  60 characters allowed.          *
C      *                  default=blank                  *
C      *
C      * card 10a ---ileg.eq.2 only---              *
C      *      xtag          x position of tag title        *
C      *      ytag          y position of tag title        *
C      *      xpoint        x coordinate of vector point   *
C      *                  (.le.0 to omit vector)          *
C      *
C      * -----card 11 for 3d plots only-----      *
C      *
C      * card 11
C      *      xv,yv,zv      abs. coords of view point      *
C      *                  defaults= 15.,-15.,15.          *
C      *      x3,y3,z3      abs. sides of work box volume  *
C      *                  defaults=2.5,6.5,2.5            *
C      *
C      *          set x3 negative to flip the order of the axis on *
C      *          that side of the box (secondary energy, cosine). *
C      *
C      * card 12
C      *      nform          format code for input data    *
C      *                  0 = free format input with      *
C      *                  optional x and y error bars      *
C      *                  1 = free format input for a      *
C      *                  3d family of curves z(x) vs y    *
C      *
C      * card 13  ---nform = 0 only---  2-d data        *
C      *      xdata          independent value              *
C      *                  terminate with empty card (/)    *
C      *      ydata          dependent value                *
C      *      yerr1          lower y error limit            *
C      *                  no y error bar if zero            *
C      *      yerr2          upper y error limit            *
C      *                  if zero, equals yerr1            *
C      *      xerr1          x left error limit             *
C      *                  no x error bar if zero            *
C      *      xerr2          x right error limit            *
C      *                  if zero, equals xerr1            *
C      *
C      * card 14  ---nform = 1 only---  3-d data        *
C      *      y              y value for curve              *
C      *                  repeat cards 13 and 13a for each curve *
C      *                  terminate with empty card (/)    *
C      *
C      * card14a ---nform = 1 only---
C      *      x              x value                        *
C      *      z              z value                        *
C      *                  repeat card 13a for each point in curve *
C      *                  terminate with empty card (/)    *
C      *                  dissply version requires same x grid *
C      *                  for each value of y.            *
C      *
C      * *****
C
C MIXR
C
C *****

```

```

C      *
C      * mixr
C      *
C      * construct a new pendf tape with a specified set of
C      * reactions that are specified linear combinations of the
C      * cross sections from the input tapes. mixr can also be
C      * used for endf tapes, but the input interpolation laws
C      * are ignored. this module can be used to construct mixed
C      * reactions for plotting (for example, elemental cross
C      * sections). the output file contains files 1 and 3 only.
C      * linear-linear interpolation is assumed.
C      *
C      * user input --
C      *
C      * card 1 -- units
C      *      nout      output unit for mixed cross sections
C      *      nin1      first input unit (endf or pendf)
C      *      nin2      second input unit
C      *      ...       continue for nnin<=10 input units
C      *
C      * card 2 -- reaction list
C      *      mtn       list of nmt<=20 mt numbers for
C      *                the output reactions
C      *
C      * card 3 -- material list
C      *      matn,     list of nmat<=10 pairs (matn,wtn) of mat
C      *      wtn       numbers and associated weight factors
C      *
C      * card 4 -- temperature
C      *      temp      temperature (use zero except for pendf tapes)
C      *
C      * card 5 -- output material
C      *      matd      material number
C      *      za        za value
C      *      awr       awr value
C      *
C      * card 6 -- file 1 comment card
C      *      des      description (60 char max)
C      *
C      *****
C
C PURR
C
C      *****
C      *
C      * probabalistic unresolved calculation
C      * bondarenko moments and probability tables
C      *
C      *****
C      *
C      * purr constructs a series of resonance ladders that obey the
C      * distributions given in mt151 of the endf tape. each ladder
C      * is sampled randomly to produce contributions to a probability
C      * table and a set of bondarenko moments. when the table is
C      * complete, bondarenko moments are computed from the table to
C      * provide a convergence check. all temperatures are computed
C      * simultaneously to preserve temperature correlations. the
C      * bondarenko tables are written on the pendf tape using mt152,
C      * and the probability tables are written using mt153.
C      * a conditional probability for heating is added to the table.
C      * if partial heating cross sections for elastic (302), fission
C      * (318), and capture (402) are available from heatr, full
C      * fluctuations will be provided for the total heating.

```

```

c      * otherwise, the same value will be provided for each bin.      *
c      *                                                                 *
c      *---input data cards-----*
c      *                                                                 *
c      * card 1                                                         *
c      *   nendf   unit for endf/b tape                                 *
c      *   nin    unit for input pendf tape                           *
c      *   nout   unit for output pendf tape                           *
c      * card 2                                                         *
c      *   matd   material to be processed                             *
c      *           matd=0 terminates purr                               *
c      *   ntemp  no. of temperatures (10 max)                         *
c      *   nsigz  no of sigma zeros (10 max)                           *
c      *   nbin   no. of probability bins                               *
c      *   nladr  no. of resonance ladders                             *
c      *   iprint print option (0=min, 1=max, def=1)                   *
c      *   nunx   no. of energy points desired (def=0=all)            *
c      * card 3                                                         *
c      *   temp   temperatures in kelvin (including zero)             *
c      * card 4                                                         *
c      *   sigz   sigma zero values (including infinity)              *
c      *                                                                 *
c      *-----*

```

LEAPR

```

c      *-----*
c      *                                                                 *
c      * calculate s(alpha,beta)                                       *
c      *                                                                 *
c      * calculates the thermal scattering law, s(alpha,beta), in the  *
c      * incoherent and gaussian approximations.  the scattering law  *
c      * for solid-type frequency distributions is calculated using    *
c      * the phonon expansion method without recourse to the usual    *
c      * edgewood and sct approximations.  if desired, an analytic   *
c      * representation of diffusion or free-gas scattering can be    *
c      * convolved with the solid-type scattering law.  in addition,  *
c      * up to 50 discrete oscillators can be convolved with the     *
c      * continuous scattering law.  the results of the calculation   *
c      * are written out in endf6 file 7 format, ready to be         *
c      * processed by the thermr module of njoy.                       *
c      *                                                                 *
c      * it is possible to generate s(alpha,beta) for composite      *
c      * moderators like beo, where be in beo is combined with o in *
c      * beo and normalized to be used with the be cross section.    *
c      *                                                                 *
c      * incoherent elastic or coherent elastic scattering functions  *
c      * can also be included using the endf6 format.  the incoherent *
c      * result depends on the debye-waller factor computed during the *
c      * s(alpha,beta) calculation.  the coherent result is computed  *
c      * using the methods developed for the thermr module of njoy    *
c      * (which were based on the hexscat code).  this scattering    *
c      * law depends on the debye-waller factor from the s(alpha,beta) *
c      * calculation, on lattice parameters that are built in to data *
c      * statements in the code, and on the coherent scattering cross *
c      * section (which is also built in).                             *
c      *                                                                 *
c      * a special option exists for liquid hydrogen and deuterium.  *
c      * a solid-type spectrum and a diffusive spectrum can be given  *
c      * in the normal way.  the resulting s(alpha,beta) is then     *
c      * convolved with rotational modes calculated using the method  *
c      * of young and koppel.  because of the inclusion of spin      *
c      * correlations, the resulting s(alpha,beta) is not symmetric in *

```

```

c      * beta, and the lasym option is used in mf7.          *
c      *                                                     *
c      * this module is loosely based on the british code 'leap+addelt', *
c      * originally written by r.c.f.mclatchie at harwell (1962, *
c      * unpublished), then implemented by a.t.d.butland at winfrith *
c      * (aeew 1200, 1973), and finally modified to work better for *
c      * cold moderators as part of the thesis of d.j.picton, now *
c      * at the university of birmingham. the first endf and njoy *
c      * compatible version was prepared by r.e.macfarlane at *
c      * los alamos in 1987. the main changes to the original code *
c      * were: 1) the change to njoy style, 2) the addition of endf6 *
c      * output, 3) the addition of incoherent elastic output, 4) the *
c      * addition of a coherent elastic calculation, 5) a major *
c      * speed up of the diffusion calculation by using interpolation *
c      * instead of direct recalculation of s-solid(alpha,beta), *
c      * and 6) the liquid hydrogen and deuterium treatments. *
c      * a second version was prepared by r.e.macfarlane in 1989 by *
c      * removing the edgewood and sct approximations in favor of *
c      * direct use of the phonon expansion for all phonon orders. *
c      * in addition, free gas scattering was added, the code was *
c      * simplified and scratch tapes were eliminated. thus, the *
c      * code takes advantage of the capabilities of large, fast *
c      * computers that weren't available to the designers of the *
c      * original leap code. this 1992 version changed to using *
c      * the asymmetric s(alpha,beta) for better numerics on *
c      * short-word machines, added the mixed moderator capability, *
c      * rebuilt the discrete-oscillator calculation for better *
c      * accuracy, and made many other smaller improvements. *
c      *                                                     *
c      *----- user input (free format) -----*
c      *                                                     *
c      * card 1 - units *
c      *      nout      endf output unit for thermal file *
c      *                                                     *
c      * card 2 - title *
c      *                                                     *
c      * card 3 - run control *
c      *      ntempr  number of temperatures *
c      *      iprint  print control (0=min, 1=more, 2=most, def=1) *
c      *      nphon   phonon-expansion order (def=100) *
c      *                                                     *
c      * card 4 - endf output control *
c      *      mat     endf mat number *
c      *      za      1000*z+a for principal scatterer *
c      *      isabt   sab type (0=s, 1=ss, def=0) *
c      *      ilog    log flag (0=s, 1=log10(s), def=0) *
c      *                                                     *
c      * card 5 - principal scatterer control *
c      *      awr     weight ratio to neutron for principal scatterer *
c      *      spr     free atom cross section for principal scatterer *
c      *      npr     number of principal scattering atoms in compound *
c      *      iel     coherent elastic option *
c      *              0 none (default) *
c      *              1 graphite *
c      *              2 beryllium *
c      *              3 beryllium oxide *
c      *      ncold   cold hydrogen option *
c      *              0 none (default) *
c      *              1 ortho hydrogen *
c      *              2 para hydrogen *
c      *              3 ortho deuterium *
c      *              4 para deuterium *
c      *

```



```
C      *
C      * card 1
C      *   nendf   unit for endf/b tape
C      *   nin     unit for input pendf tape
C      *   nout    unit for output pendf tape
C      *
C      *****
C
END
```

付録 B NJOY99 のサンプル出力リスト例
(out13 の抜粋)

~ ~ ENDF/B-VI の Ni-61 からの ACE 形式ファイル作成 ~ ~

```

1*****
*
*   $$  $$      $$  $$$$$$  $$  $$      *           *
*   $$$  $$      $$  $$$$$$  $$  $$      * nuclear   * vers: 99.0
*   $$$$  $$      $$  $$  $$  $$$$      * data       * site: lanl t-2
*   $$  $$$$  $$  $$  $$  $$  $$      * processing * mach: sun-f77
*   $$  $$$  $$$$$$  $$$$$$  $$      * system     * date: 12/31/99
*   $$  $$  $$$$$$  $$$$$$  $$      *           * time: 12:13:56
*
*
*****

```

moder...change the mode of an endf/b tape or njoy output tape 0.0s

input unit (+ for coded, - for bb) ... 20
output unit (+ for coded, - for bb) .. -21

tape label

Ni-61 (neutron) revision 1 from ENDF/B-VI tape124

using endf-6 format 0.4s

reconr...reconstruct pointwise cross sections in pendf format 0.4s

unit for endf/b tape -21
unit for pendf tape -22

label for pendf tape

pendf tape for endf/b-vi.1 28-ni-61a

tape label

Ni-61 (neutron) revision 1 from ENDF/B-VI tape124

storage 17/100000

material to be processed 2834
reconstruction tolerance 0.010
reconstruction temperature 0.k
resonance-integral-check tolerance ... 0.200
max resonance-integral error 1.000E-06

descriptive cards for pendf tape

28-ni-61a from endf/b-vi.1 t124 (hetrick,fu;ornl)

processing mat 2834 in endf-6 format

28-NI- 61 ORNL EVAL-FEB89 HETRICK,FU,LARSON

mat has no unresolved resonance parameters

changed threshold from 1.002500E+07 to 1.002527E+07 for mt 28.
changed threshold from 6.810900E+04 to 6.810913E+04 for mt 51.
changed threshold from 2.876800E+05 to 2.876849E+05 for mt 52.
changed threshold from 1.031800E+06 to 1.031803E+06 for mt 55.
changed threshold from 1.118200E+06 to 1.118211E+06 for mt 56.
changed threshold from 1.150700E+06 to 1.150740E+06 for mt 57.
changed threshold from 1.204600E+06 to 1.204618E+06 for mt 58.

changed threshold from 5.486300E+05 to 5.486343E+05 for mt103.

number of user and resonance nodes = 97
points in initial unionized grid = 2673
points added by linearization = 143

0.8s

estimated maximum error due to
resonance integral check (errmax,errint)
and significant figure truncation

upper energy	elastic integral	percent error res-int	percent error sig-fig	capture integral	percent error res-int	percent error sig-fig
1.00E-05						
1.00E-04	1.82E+01	0.000	0.000	1.72E+02	0.000	0.000
1.00E-03	1.82E+01	0.000	0.000	5.43E+01	0.000	0.000
1.00E-02	1.82E+01	0.000	0.000	1.72E+01	0.000	0.000
1.00E-01	1.82E+01	0.000	0.000	5.43E+00	0.000	0.000
1.00E+00	1.82E+01	0.000	0.000	1.72E+00	0.000	0.000
2.00E+00	5.46E+00	0.000	0.000	2.32E-01	0.000	0.000
5.00E+00	7.21E+00	0.000	0.000	2.06E-01	0.000	0.000
1.00E+01	5.45E+00	0.000	0.000	1.04E-01	0.000	0.000
2.00E+01	5.45E+00	0.000	0.000	7.33E-02	0.000	0.000
5.00E+01	7.17E+00	0.000	0.000	6.47E-02	0.000	0.000
1.00E+02	5.39E+00	0.000	0.000	3.23E-02	0.000	0.000
2.00E+02	5.32E+00	0.000	0.000	2.25E-02	0.000	0.000
5.00E+02	6.82E+00	0.000	0.000	1.92E-02	0.000	0.000
1.00E+03	4.83E+00	0.000	0.000	8.96E-03	0.000	0.000
2.00E+03	4.32E+00	0.000	0.000	5.78E-03	0.000	0.000
5.00E+03	4.28E+00	0.000	0.000	5.62E-03	0.000	0.000
1.00E+04	1.26E+01	0.000	0.000	2.42E-01	0.000	0.000
2.00E+04	1.05E+01	0.000	0.000	9.79E-02	0.000	0.000
5.00E+04	8.31E+00	0.000	0.000	5.42E-02	0.029	0.000

points added by resonance reconstruction = 1967
points affected by resonance integral check = 72
points affected by significant figure reduction = 0
final number of resonance points = 2211

---message from emerge---nonpositive elastic cross sections found.

number of nonpositive cross sections removed = 1
number of points in final unionized grid = 4783

usage 27000/100000
2.1s

broadr...doppler broadening of endf/b data 2.1s

```

unit for input endf tape ..... -21
unit for input pendf tape ..... -22
unit for output pendf tape ..... -23
material to be processed ..... 2834
number of final temperatures ..... 1
restart (0 no, 1 yes) ..... 0
bootstrap (0 no, 1 yes) ..... 0
starting material temperature ..... 0.0k
thinning tolerance ..... 0.010
max. energy ..... 1.000E+06
errmax for thinning ..... 2.000E-01
errint for thinning ..... 1.000E-06
final temperatures ..... 3.000E+02

```

storage 10/ 50000

files are in endf-6 format

max energy for broadening and thinning = 6.99993E+04

2.4s

broadened mat2834 from 0.0000E+00 to 3.0000E+02 k
points in= 4783 points out= 4276
mt 2 102

3.3s

heatr...prompt kerma

3.3s

storage 15/ 25000

input endf/b unit	-21
input pendf unit	-23
output pendf unit	-24
mat to be processed	2834
no. temperatures (0=all)	1
gamma heat (0 nonlocal, 1 local)	0
print option (0 min, 1 more, 2 chk) ..	1
damage displacement energy	default
partial kerma mt-s desired	302
	303
	304
	402
	443
	444

default damage energy = 40.0 ev

temp 1 3.5s

neutron heating for mt 2 q0 = 0.0000E+00 q = 0.0000E+00						
e	ebar	yield	xsec	heating	damage	
1.0000E-05	9.6797E-06	1.0000E+00	5.8721E+01	1.8814E-05	0.0000E+00	
1.0000E-04	9.6796E-05	1.0000E+00	1.9828E+01	6.3527E-05	0.0000E+00	
1.0000E-03	9.6796E-04	1.0000E+00	9.5699E+00	3.0661E-04	0.0000E+00	
1.0000E-02	9.6796E-03	1.0000E+00	8.0618E+00	2.5829E-03	0.0000E+00	
1.0000E-01	9.6796E-02	1.0000E+00	7.9097E+00	2.5341E-02	0.0000E+00	
1.0000E+00	9.6796E-01	1.0000E+00	7.8932E+00	2.5289E-01	0.0000E+00	
2.0000E+00	1.9359E+00	1.0000E+00	7.8909E+00	5.0563E-01	0.0000E+00	
5.0000E+00	4.8398E+00	1.0000E+00	7.8861E+00	1.2633E+00	0.0000E+00	
1.0000E+01	9.6796E+00	1.0000E+00	7.8789E+00	2.5243E+00	0.0000E+00	
2.0000E+01	1.9359E+01	1.0000E+00	7.8646E+00	5.0394E+00	0.0000E+00	
5.0000E+01	4.8398E+01	1.0000E+00	7.8225E+00	1.2531E+01	0.0000E+00	
1.0000E+02	9.6796E+01	1.0000E+00	7.7532E+00	2.4840E+01	0.0000E+00	
2.0000E+02	1.9359E+02	1.0000E+00	7.6184E+00	4.8816E+01	0.0000E+00	
5.0000E+02	4.8398E+02	1.0000E+00	7.2399E+00	1.1597E+02	0.0000E+00	
1.0000E+03	9.6796E+02	1.0000E+00	6.6799E+00	2.1400E+02	1.1588E+02	
2.0000E+03	1.9359E+03	1.0000E+00	5.7374E+00	3.6758E+02	2.8942E+02	
5.0000E+03	4.8399E+03	1.0000E+00	3.1282E+00	5.0091E+02	4.2124E+02	
1.0000E+04	9.6799E+03	1.0000E+00	6.0063E+00	1.9227E+03	1.6088E+03	
2.0000E+04	1.9360E+04	1.0000E+00	1.0034E+01	6.4186E+03	5.2805E+03	
5.0000E+04	4.8405E+04	1.0000E+00	3.4300E+00	5.4716E+03	4.3723E+03	
1.0000E+05	9.6864E+04	1.0000E+00	5.1095E+00	1.6025E+04	1.2479E+04	
1.0000E+05	9.6864E+04	1.0000E+00	5.1095E+00	1.6025E+04	1.2479E+04	
2.0000E+05	1.9393E+05	1.0000E+00	5.7526E+00	3.4899E+04	2.6392E+04	
5.0000E+05	4.8575E+05	1.0000E+00	2.9486E+00	4.2019E+04	3.0291E+04	
5.0000E+05	4.8575E+05	1.0000E+00	2.9486E+00	4.2019E+04	3.0291E+04	
1.0000E+06	9.7120E+05	1.0000E+00	3.2097E+00	9.2443E+04	6.3322E+04	
1.2003E+06	1.1675E+06	1.0000E+00	1.8203E+00	5.9765E+04	4.0331E+04	
1.4006E+06	1.3632E+06	1.0000E+00	1.5295E+00	5.7246E+04	3.8097E+04	
1.6011E+06	1.5629E+06	1.0000E+00	8.8966E-01	3.3946E+04	2.2380E+04	
1.8003E+06	1.7581E+06	1.0000E+00	3.2812E+00	1.3838E+05	9.0333E+04	
2.0000E+06	1.9555E+06	1.0000E+00	1.3683E+00	6.0882E+04	3.9393E+04	
2.2020E+06	2.1555E+06	1.0000E+00	1.9364E+00	9.0042E+04	5.7793E+04	
2.5000E+06	2.4508E+06	1.0000E+00	1.8538E+00	9.1279E+04	5.7961E+04	
3.0000E+06	2.9490E+06	1.0000E+00	1.8472E+00	9.4116E+04	5.8988E+04	
3.5000E+06	3.4492E+06	1.0000E+00	2.0026E+00	1.0176E+05	6.3307E+04	
4.0000E+06	3.9493E+06	1.0000E+00	1.8145E+00	9.2057E+04	5.6755E+04	
4.5000E+06	4.4535E+06	1.0000E+00	2.1097E+00	9.8011E+04	6.0329E+04	
5.0000E+06	4.9542E+06	1.0000E+00	2.1766E+00	9.9601E+04	6.0986E+04	

5.5000E+06	5.4546E+06	1.0000E+00	2.1242E+00	9.6380E+04	5.8915E+04
6.0000E+06	5.9559E+06	1.0000E+00	2.1553E+00	9.5005E+04	5.8299E+04
7.0000E+06	6.9575E+06	1.0000E+00	2.0862E+00	8.8660E+04	5.4303E+04
8.0000E+06	7.9573E+06	1.0000E+00	1.9698E+00	8.4151E+04	5.0973E+04
9.0000E+06	8.9461E+06	1.0000E+00	1.8314E+00	9.8656E+04	5.6842E+04
1.0000E+07	9.9425E+06	1.0000E+00	1.7125E+00	9.8531E+04	5.5623E+04
1.1000E+07	1.0937E+07	1.0000E+00	1.6120E+00	1.0116E+05	5.5788E+04
1.2000E+07	1.1930E+07	1.0000E+00	1.5028E+00	1.0460E+05	5.6252E+04
1.3000E+07	1.2922E+07	1.0000E+00	1.3982E+00	1.0923E+05	5.7256E+04
1.4000E+07	1.3912E+07	1.0000E+00	1.3022E+00	1.1485E+05	5.8742E+04
1.5000E+07	1.4901E+07	1.0000E+00	1.2299E+00	1.2233E+05	6.1200E+04
1.6000E+07	1.5889E+07	1.0000E+00	1.1609E+00	1.2922E+05	6.3453E+04
1.7000E+07	1.6877E+07	1.0000E+00	1.1025E+00	1.3563E+05	6.5625E+04
1.8000E+07	1.7866E+07	1.0000E+00	1.0539E+00	1.4131E+05	6.7599E+04
1.9000E+07	1.8856E+07	1.0000E+00	1.0429E+00	1.5030E+05	7.1279E+04
2.0000E+07	1.9847E+07	1.0000E+00	9.9704E-01	1.5242E+05	7.1803E+04

file six heating for mt 16, particle = 1 q = -7.8203E+06

e	ebar	yield	xsec	heating	damage
8.0000E+06	1.4999E+04	2.0000E+00	2.8045E-04	0.0000E+00	0.0000E+00
9.0000E+06	5.1851E+05	2.0000E+00	8.4075E-02	0.0000E+00	0.0000E+00
1.0000E+07	8.5489E+05	2.0000E+00	2.5134E-01	0.0000E+00	0.0000E+00
1.1000E+07	1.0574E+06	2.0000E+00	4.4412E-01	0.0000E+00	0.0000E+00
1.2000E+07	1.2292E+06	2.0000E+00	6.1430E-01	0.0000E+00	0.0000E+00
1.3000E+07	1.4259E+06	2.0000E+00	7.2835E-01	0.0000E+00	0.0000E+00
1.4000E+07	1.6628E+06	2.0000E+00	7.5362E-01	0.0000E+00	0.0000E+00
1.5000E+07	1.9035E+06	2.0000E+00	7.5310E-01	0.0000E+00	0.0000E+00
1.6000E+07	2.1480E+06	2.0000E+00	7.2680E-01	0.0000E+00	0.0000E+00
1.7000E+07	2.3873E+06	2.0000E+00	6.8747E-01	0.0000E+00	0.0000E+00
1.8000E+07	2.6311E+06	2.0000E+00	6.4763E-01	0.0000E+00	0.0000E+00
1.9000E+07	2.8794E+06	2.0000E+00	6.0729E-01	0.0000E+00	0.0000E+00
2.0000E+07	3.1277E+06	2.0000E+00	5.6695E-01	0.0000E+00	0.0000E+00

file six heating for mt 16, particle = 28060 q = -7.8203E+06

e	ebar	yield	xsec	heating	damage
8.0000E+06	1.5000E+05	1.0000E+00	2.8045E-04	4.2068E+01	2.4687E+01
9.0000E+06	1.5218E+05	1.0000E+00	8.4075E-02	1.2794E+04	7.4018E+03
1.0000E+07	1.7393E+05	1.0000E+00	2.5134E-01	4.3715E+04	2.4769E+04
1.1000E+07	1.9191E+05	1.0000E+00	4.4412E-01	8.5232E+04	4.7578E+04
1.2000E+07	2.1075E+05	1.0000E+00	6.1430E-01	1.2946E+05	7.1132E+04
1.3000E+07	2.2929E+05	1.0000E+00	7.2835E-01	1.6700E+05	9.0374E+04
1.4000E+07	2.4934E+05	1.0000E+00	7.5362E-01	1.8791E+05	1.0003E+05
1.5000E+07	2.6923E+05	1.0000E+00	7.5310E-01	2.0276E+05	1.0628E+05
1.6000E+07	2.8894E+05	1.0000E+00	7.2680E-01	2.1001E+05	1.0847E+05
1.7000E+07	3.0823E+05	1.0000E+00	6.8747E-01	2.1190E+05	1.0782E+05
1.8000E+07	3.2776E+05	1.0000E+00	6.4763E-01	2.1227E+05	1.0646E+05
1.9000E+07	3.4754E+05	1.0000E+00	6.0729E-01	2.1106E+05	1.0438E+05
2.0000E+07	3.6732E+05	1.0000E+00	5.6695E-01	2.0825E+05	1.0169E+05

<< 一部省略 >> << 一部省略 >> << 一部省略 >> << 一部省略 >>

photon energy production check

e	ev-barns	min	max
1.0000E-05	1.3328E+09	1.3327E+09	1.3329E+09
1.0000E-04	4.2147E+08	4.2145E+08	4.2149E+08
1.0000E-03	1.3328E+08	1.3328E+08	1.3329E+08
1.0000E-02	4.2148E+07	4.2147E+07	4.2151E+07
1.0000E-01	1.3331E+07	1.3331E+07	1.3332E+07
1.0000E+00	4.2141E+06	4.2141E+06	4.2144E+06
2.0000E+00	2.9789E+06	2.9790E+06	2.9793E+06
5.0000E+00	1.8819E+06	1.8822E+06	1.8823E+06
1.0000E+01	1.3287E+06	1.3290E+06	1.3291E+06
2.0000E+01	9.3686E+05	9.3740E+05	9.3748E+05
5.0000E+01	5.8759E+05	5.8845E+05	5.8851E+05
1.0000E+02	4.0987E+05	4.1109E+05	4.1113E+05
2.0000E+02	2.8230E+05	2.8399E+05	2.8401E+05
5.0000E+02	1.6603E+05	1.6854E+05	1.6856E+05
1.0000E+03	1.0621E+05	1.0948E+05	1.0949E+05
2.0000E+03	6.6636E+04	7.0874E+04	7.0881E+04
5.0000E+03	8.6846E+04	8.6847E+04	8.6855E+04

1.0000E+04	7.3479E+04	7.3500E+04	7.3506E+04
2.0000E+04	5.2411E+04	5.2453E+04	5.2458E+04
5.0000E+04	6.9706E+04	6.9871E+04	6.9877E+04
1.0000E+05	3.6854E+05	3.7020E+05	3.7023E+05
1.0000E+05	3.7020E+05	3.7020E+05	3.7023E+05
2.0000E+05	2.1764E+05	2.1859E+05	2.1861E+05
5.0000E+05	1.6482E+05	1.6576E+05	1.6577E+05
5.0000E+05	1.6577E+05	1.6576E+05	1.6577E+05
1.0000E+06	3.3199E+05	3.3506E+05	3.3507E+05
1.2003E+06	5.5943E+05	5.6451E+05	5.6451E+05
1.4006E+06	8.4817E+05	8.5484E+05	8.5485E+05
1.6011E+06	9.9575E+05	1.0033E+06	1.0033E+06
1.8003E+06	1.1433E+06	1.1508E+06	1.1508E+06
2.0000E+06	1.2912E+06	1.2990E+06	1.2990E+06
2.2020E+06	1.4532E+06	1.4515E+06	1.4515E+06
2.5000E+06	1.6988E+06	1.6978E+06	1.6978E+06
3.0000E+06	2.1685E+06	2.1663E+06	2.1663E+06
3.5000E+06	2.7185E+06	2.7115E+06	2.7115E+06
4.0000E+06	3.3391E+06	3.3337E+06	3.3337E+06
4.5000E+06	4.0037E+06	3.9959E+06	3.9960E+06
5.0000E+06	4.6426E+06	4.6297E+06	4.6297E+06
5.5000E+06	5.2618E+06	5.2520E+06	5.2520E+06
6.0000E+06	5.8776E+06	5.8660E+06	5.8660E+06
7.0000E+06	7.0898E+06	7.0850E+06	7.0850E+06
8.0000E+06	8.5164E+06	8.4998E+06	8.4998E+06
9.0000E+06	9.1057E+06	9.0857E+06	9.0857E+06
1.0000E+07	9.0287E+06	9.0060E+06	9.0060E+06
1.1000E+07	8.3667E+06	8.3334E+06	8.3334E+06
1.2000E+07	7.5558E+06	7.5138E+06	7.5138E+06
1.3000E+07	7.1327E+06	7.0851E+06	7.0851E+06
1.4000E+07	6.6514E+06	6.6073E+06	6.6073E+06
1.5000E+07	6.2392E+06	6.1890E+06	6.1893E+06
1.6000E+07	5.8818E+06	5.8119E+06	5.8126E+06
1.7000E+07	5.8024E+06	5.7420E+06	5.7451E+06
1.8000E+07	5.8971E+06	5.8533E+06	5.8617E+06
1.9000E+07	6.1438E+06	6.1259E+06	6.1434E+06
2.0000E+07	6.4681E+06	6.4237E+06	6.4519E+06

final kerma factors

e	301	302	303	304	402	443	444
min	3.9289E-05	1.8814E-05	2.0475E-05	0.0000E+00	2.0475E-05		
1.0000E-05	8.8623E+04	1.8814E-05	8.8623E+04	0.0000E+00	8.8623E+04	8.8623E+04	7.3612E+04
max	1.2243E+05	1.8814E-05	1.2243E+05	0.0000E+00	1.2243E+05		
min	1.2828E-04	6.3527E-05	6.4749E-05	0.0000E+00	6.4749E-05		
1.0000E-04	2.8025E+04	6.3527E-05	2.8025E+04	0.0000E+00	2.8025E+04	2.8025E+04	2.3278E+04
max	3.8716E+04	6.3527E-05	3.8716E+04	0.0000E+00	3.8716E+04		
min	5.1136E-04	3.0661E-04	2.0475E-04	0.0000E+00	2.0475E-04		
1.0000E-03	8.8624E+03	3.0661E-04	8.8624E+03	0.0000E+00	8.8624E+03	8.8624E+03	7.3612E+03
max	1.2243E+04	3.0661E-04	1.2243E+04	0.0000E+00	1.2243E+04		
min	3.2304E-03	2.5829E-03	6.4751E-04	0.0000E+00	6.4751E-04		
1.0000E-02	2.8027E+03	2.5829E-03	2.8027E+03	0.0000E+00	2.8027E+03	2.8027E+03	2.3279E+03
max	3.8717E+03	2.5829E-03	3.8717E+03	0.0000E+00	3.8717E+03		
min	2.7390E-02	2.5341E-02	2.0480E-03	0.0000E+00	2.0480E-03		
1.0000E-01	8.8648E+02	2.5341E-02	8.8646E+02	0.0000E+00	8.8646E+02	8.8648E+02	7.3630E+02
max	1.2246E+03	2.5341E-02	1.2246E+03	0.0000E+00	1.2246E+03		
min	2.5936E-01	2.5289E-01	6.4741E-03	0.0000E+00	6.4741E-03		
1.0000E+00	2.8047E+02	2.5289E-01	2.8022E+02	0.0000E+00	2.8022E+02	2.8047E+02	2.3275E+02
max	3.8737E+02	2.5289E-01	3.8712E+02	0.0000E+00	3.8712E+02		

<< 一部省略 >> << 一部省略 >> << 一部省略 >> << 一部省略 >>

				low			
min	1.2453E+06	1.0116E+05	1.1442E+06	2.2861E+05	1.1661E+02		
1.1000E+07	1.2041E+06	1.0116E+05	1.1029E+06	2.0043E+05	1.1703E+02	1.2453E+06	2.4935E+05

	max	1.2454E+06	1.0116E+05	1.1442E+06	2.2861E+05	1.1920E+02		
					low			
1.2000E+07	min	1.3210E+06	1.0460E+05	1.2164E+06	1.9603E+05	1.0943E+02	1.3210E+06	2.5542E+05
		1.2712E+06	1.0460E+05	1.1666E+06	1.6388E+05	1.0975E+02		
	max	1.3210E+06	1.0460E+05	1.2164E+06	1.9603E+05	1.1187E+02		
					low			
1.3000E+07	min	1.4415E+06	1.0923E+05	1.3322E+06	1.7236E+05	1.0399E+02	1.4415E+06	2.6471E+05
		1.3859E+06	1.0923E+05	1.2767E+06	1.4085E+05	1.0423E+02		
	max	1.4415E+06	1.0923E+05	1.3322E+06	1.7236E+05	1.0631E+02		
					low			
1.4000E+07	min	1.7825E+06	1.1485E+05	1.6676E+06	1.5286E+05	9.6300E+01	1.7825E+06	2.7554E+05
		1.7307E+06	1.1485E+05	1.6159E+06	1.1844E+05	9.6479E+01		
	max	1.7825E+06	1.1485E+05	1.6677E+06	1.5286E+05	9.8474E+01		
					low			
1.5000E+07	min	2.2563E+06	1.2233E+05	2.1340E+06	1.3079E+05	8.9565E+01	2.2566E+06	2.8678E+05
		2.1991E+06	1.2233E+05	2.0767E+06	9.5150E+04	8.9695E+01		
	max	2.2566E+06	1.2233E+05	2.1343E+06	1.3079E+05	9.1608E+01		
					low			
1.6000E+07	min	2.8578E+06	1.2922E+05	2.7286E+06	1.0820E+05	8.4419E+01	2.8586E+06	2.9786E+05
		2.7815E+06	1.2922E+05	2.6523E+06	7.3009E+04	8.4511E+01		
	max	2.8586E+06	1.2922E+05	2.7294E+06	1.0820E+05	8.6367E+01		
					low			
1.7000E+07	min	3.4085E+06	1.3563E+05	3.2728E+06	9.6339E+04	7.7883E+01	3.4116E+06	3.0908E+05
		3.3444E+06	1.3563E+05	3.2087E+06	6.2480E+04	7.7943E+01		
	max	3.4116E+06	1.3563E+05	3.2760E+06	9.6339E+04	7.9704E+01		
					low			
1.8000E+07	min	3.9133E+06	1.4131E+05	3.7720E+06	8.7009E+04	6.9587E+01	3.9217E+06	3.1942E+05
		3.8716E+06	1.4131E+05	3.7303E+06	6.0504E+04	6.9621E+01		
	max	3.9217E+06	1.4131E+05	3.7804E+06	8.7009E+04	7.1236E+01		
					low			
1.9000E+07	min	4.3587E+06	1.5030E+05	4.2084E+06	8.1588E+04	5.9468E+01	4.3762E+06	3.3103E+05
		4.3529E+06	1.5030E+05	4.2026E+06	6.4511E+04	5.9481E+01		
	max	4.3762E+06	1.5030E+05	4.2259E+06	8.1588E+04	6.0897E+01		
					low			
2.0000E+07	min	4.8122E+06	1.5242E+05	4.6598E+06	7.4644E+04	4.7877E+01	4.8404E+06	3.3914E+05
		4.7915E+06	1.5242E+05	4.6391E+06	6.5158E+04	4.7877E+01		
	max	4.8404E+06	1.5242E+05	4.6880E+06	7.4644E+04	4.9044E+01		

usage 9860/ 25000

17.3s

gaspr...add gas production cross sections 17.3s

units: -21 -24 -25

the gas production threshold is 7.0000E+04 ev

found 2573 points

pendf	mt	mt203	mt204	mt205	mt206	mt207
	28	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	103	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	107	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
	111	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0

*** means that the yield is energy dependent

found 1 temperatures

17.9s

moder...change the mode of an endf/b tape or njoy output tape 17.9s

input unit (+ for coded, - for bb) ... -25
output unit (+ for coded, - for bb) .. 28

tape label

pendf tape for endf/b-vi.1 28-ni-61a

using endf-6 format 21.5s

acer...monte carlo neutron and photon data 21.5s

input endf/b unit -21
input pendf unit -25
input gendf unit 0
output ace format unit 26
output directory unit 27

run type option 1
print option (0 min, 1 max) 0
type of ace file 1
mat to be processed 2834
temperature 3.000E+02
thermal name
new formats 1
photon option 1

storage 27/ 40000

using endf-6 format repacking

26.9s

acer...monte carlo neutron and photon data 26.9s

input endf/b unit 0
input pendf unit 26
input gendf unit 33
output ace format unit 34
output directory unit 35

run type option 7
print option (0 min, 1 max) 1
type of ace file 2

storage 27/ 40000

ace consistency checks

- check reaction thresholds against q values
- check that main energy grid is monotonic
- check angular distributions for correct reference frame
- check angular distributions for unreasonable cosine values
- check energy distributions

check photon production sum
 check photon distributions
 checking particle production sections
 proton production:
 checking energy distributions
 alpha production:
 checking energy distributions
 no problems found

```

                                zaid 28061.00c
                                awr   60.408
                                temp 2.59E-08
                                date 12/31/99
                                mat  mat2834
*****
*                               *
*           fast                *
* ace format file              *
* processed by                 *
*           njoy                *
*                               *
*****
                                len2 124318
                                nes   4276
                                ntr   18
                                nr    11
                                ntrp  36
                                ntype 2
                                esz   1
                                nu    0
                                mtr   21381
                                lqr   21399
                                tyr   21417
                                lsig  21435
                                sig   21453
                                land  55773
                                and   55785
                                ldlw  63203
                                dlw   63214
                                gpd   78790
                                mtrp  83066
                                lsigp 83102
                                sigp  83138
                                landp 83648
                                andp  83684
                                ldlwp 83684
                                dlwp  83720
                                yp    106150
                                fis   0
                                end   106164
                                iurpt 0
                                ptype 106165
                                ntro  106167
                                ploct 106169

```

hk---28-ni-61a endf-vi.1 njoy99

reaction descriptors

reaction	mt	tyr	lsig	land	ldlw	emin	emax	q
elastic	2			1		1.000000E-11	2.000000E+01	
(n,2n)	16	2	1	-1	1	7.949800E+00	2.000000E+01	-7.820300E+00
(n,n*)p	28	1	35	-1	3544	1.002527E+01	2.000000E+01	-9.862000E+00
(n,n*1)	51	-1	57	0	5417	6.999999E-02	2.000000E+01	-6.700000E-02
(n,n*2)	52	-1	2632	0	5428	2.876849E-01	2.000000E+01	-2.830000E-01
(n,n*3)	53	-1	5176	0	5439	6.668600E-01	2.000000E+01	-6.560000E-01
(n,n*4)	54	-1	7467	0	5450	9.240500E-01	2.000000E+01	-9.090000E-01
(n,n*5)	55	-1	9133	0	5461	1.031803E+00	2.000000E+01	-1.015000E+00
(n,n*6)	56	-1	10638	0	5472	1.118211E+00	2.000000E+01	-1.100000E+00
(n,n*7)	57	-1	12014	0	5483	1.150740E+00	2.000000E+01	-1.132000E+00
(n,n*8)	58	-1	13343	0	5494	1.204618E+00	2.000000E+01	-1.185000E+00
(n,n*c)	91	1	14608	-1	5505	1.479100E+00	2.000000E+01	-1.455000E+00
(n,gma)	102	0	15559			1.000000E-11	2.000000E+01	1.060000E+01
(n,p)	103	0	19837			5.486343E-01	2.000000E+01	-5.397000E-01
(n,a)	107	0	22351			6.999999E-02	2.000000E+01	3.579000E+00
(n,2p)	111	0	24926			9.442500E+00	2.000000E+01	-9.288700E+00
(n,xp)	203	0	24954			5.486343E-01	2.000000E+01	0.000000E+00
(n,xa)	207	0	27468			6.999999E-02	2.000000E+01	0.000000E+00
damage	444	0	30043			1.000000E-11	2.000000E+01	0.000000E+00

1

i	energy	total	absorption	elastic	heating	gamma prod
1	1.00000000E-11	1.844555E+02	1.257346E+02	5.872093E+01	0.000000E+00	2.318835E+02
2	1.12500000E-11	1.739596E+02	1.185438E+02	5.541583E+01	4.803147E-04	2.186220E+02
3	1.25000000E-11	1.650830E+02	1.124605E+02	5.262251E+01	4.801679E-04	2.074030E+02
4	1.37500000E-11	1.574486E+02	1.072269E+02	5.022168E+01	4.800213E-04	1.977511E+02
5	1.50000000E-11	1.507915E+02	1.026619E+02	4.812962E+01	4.798747E-04	1.893322E+02
6	1.62500000E-11	1.449200E+02	9.863439E+01	4.628560E+01	4.797286E-04	1.819045E+02
7	1.75000000E-11	1.396909E+02	9.504648E+01	4.464446E+01	4.795825E-04	1.752876E+02
8	2.00000000E-11	1.307484E+02	8.890784E+01	4.184057E+01	4.792909E-04	1.639665E+02
9	2.18750000E-11	1.250763E+02	8.501215E+01	4.006419E+01	4.790726E-04	1.567820E+02
10	2.37500000E-11	1.200922E+02	8.158743E+01	3.850481E+01	4.788548E-04	1.504660E+02
11	2.56250000E-11	1.156677E+02	7.854583E+01	3.712188E+01	4.786373E-04	1.448566E+02
12	2.75000000E-11	1.117056E+02	7.582086E+01	3.588469E+01	4.784202E-04	1.398311E+02
13	3.12500000E-11	1.048840E+02	7.112628E+01	3.375776E+01	4.779871E-04	1.311732E+02
14	3.50000000E-11	9.919565E+01	6.720801E+01	3.198764E+01	4.775556E-04	1.239470E+02
15	3.87500000E-11	9.435872E+01	6.387328E+01	3.048544E+01	4.771256E-04	1.177970E+02
16	4.25000000E-11	9.018071E+01	6.099028E+01	2.919043E+01	4.766971E-04	1.124801E+02
17	4.62500000E-11	8.652497E+01	5.846544E+01	2.805953E+01	4.762700E-04	1.078237E+02
18	5.00000000E-11	8.329147E+01	5.623027E+01	2.706120E+01	4.758446E-04	1.037016E+02
19	5.62500000E-11	7.864463E+01	5.301441E+01	2.563022E+01	4.751386E-04	9.777077E+01
20	6.25000000E-11	7.471922E+01	5.029389E+01	2.442533E+01	4.744368E-04	9.275350E+01
21	6.87500000E-11	7.134692E+01	4.795334E+01	2.339358E+01	4.737390E-04	8.843699E+01
22	7.50000000E-11	6.840966E+01	4.591183E+01	2.249783E+01	4.730452E-04	8.467197E+01
23	8.12500000E-11	6.582187E+01	4.411067E+01	2.171120E+01	4.723555E-04	8.135022E+01
24	8.75000000E-11	6.351977E+01	4.250610E+01	2.101367E+01	4.716695E-04	7.839102E+01
25	1.00000000E-10	5.958915E+01	3.976082E+01	1.982833E+01	4.703094E-04	7.332810E+01
26	1.12500000E-10	5.634231E+01	3.748687E+01	1.885544E+01	4.689646E-04	6.913441E+01
27	1.25000000E-10	5.360303E+01	3.556317E+01	1.803986E+01	4.676346E-04	6.558667E+01
28	1.37500000E-10	5.125263E+01	3.390815E+01	1.734448E+01	4.663193E-04	6.253443E+01
29	1.50000000E-10	4.920793E+01	3.246459E+01	1.674334E+01	4.650185E-04	5.987217E+01
30	1.62500000E-10	4.740862E+01	3.119097E+01	1.621765E+01	4.637319E-04	5.752332E+01
31	1.75000000E-10	4.580981E+01	3.005637E+01	1.575344E+01	4.624592E-04	5.543086E+01
32	2.00000000E-10	4.308451E+01	2.811517E+01	1.496934E+01	4.599546E-04	5.185084E+01
33	2.18750000E-10	4.136247E+01	2.688324E+01	1.447923E+01	4.581109E-04	4.957888E+01
34	2.37500000E-10	3.985407E+01	2.580025E+01	1.405382E+01	4.562962E-04	4.758160E+01
35	2.56250000E-10	3.851914E+01	2.483841E+01	1.368073E+01	4.545094E-04	4.580774E+01
36	2.75000000E-10	3.732730E+01	2.397670E+01	1.335060E+01	4.527499E-04	4.421855E+01
37	3.12500000E-10	3.528415E+01	2.249214E+01	1.279201E+01	4.493105E-04	4.148068E+01
38	3.50000000E-10	3.358993E+01	2.125308E+01	1.233685E+01	4.459726E-04	3.919557E+01
39	3.87500000E-10	3.215698E+01	2.019854E+01	1.195844E+01	4.427313E-04	3.725075E+01
40	4.25000000E-10	3.092554E+01	1.928686E+01	1.163868E+01	4.395820E-04	3.556941E+01
41	4.62500000E-10	2.985325E+01	1.848843E+01	1.136482E+01	4.365196E-04	3.409692E+01
42	5.00000000E-10	2.890921E+01	1.778160E+01	1.112761E+01	4.335411E-04	3.279336E+01
43	5.62500000E-10	2.756034E+01	1.676466E+01	1.079568E+01	4.287516E-04	3.091789E+01
44	6.25000000E-10	2.642863E+01	1.590435E+01	1.052428E+01	4.241669E-04	2.933128E+01
45	6.87500000E-10	2.546250E+01	1.516420E+01	1.029830E+01	4.197726E-04	2.796627E+01
46	7.50000000E-10	2.462591E+01	1.451861E+01	1.010730E+01	4.155546E-04	2.677566E+01

47	8.12500000E-10	2.389283E+01	1.394903E+01	9.943799E+00	4.115020E-04	2.572522E+01
48	8.75000000E-10	2.324394E+01	1.344162E+01	9.802320E+00	4.076030E-04	2.478944E+01

<< 一部省略 >> << 一部省略 >> << 一部省略 >> << 一部省略 >>

i	energy	total	absorption	elastic	heating	gamma prod
4219	4.84680000E+00	3.650007E+00	3.073271E-02	2.019770E+00	1.151030E-01	3.164729E+00
4220	4.86882000E+00	3.525005E+00	3.118680E-02	1.894320E+00	1.183807E-01	3.173822E+00
4221	4.87990000E+00	3.475000E+00	3.141530E-02	1.844090E+00	1.198396E-01	3.178410E+00
4222	4.89101000E+00	3.500007E+00	3.164441E-02	1.868870E+00	1.197196E-01	3.183021E+00
4223	4.90493000E+00	3.725000E+00	3.193147E-02	2.093580E+00	1.157295E-01	3.188811E+00
4224	4.91613000E+00	3.687507E+00	3.216244E-02	2.055860E+00	1.168256E-01	3.193480E+00
4225	4.94709000E+00	3.587507E+00	3.280089E-02	1.955230E+00	1.199033E-01	3.206436E+00
4226	4.96411000E+00	3.637503E+00	3.315188E-02	2.004880E+00	1.194702E-01	3.213590E+00
4227	4.99839000E+00	3.812500E+00	3.385880E-02	2.179180E+00	1.171930E-01	3.228063E+00
4228	4.99999000E+00	3.809975E+00	3.389198E-02	2.176622E+00	1.172917E-01	3.228745E+00
4229	5.00000100E+00	3.809971E+00	3.389202E-02	2.176618E+00	1.172919E-01	3.229373E+00
4230	5.03016000E+00	3.762501E+00	3.453381E-02	2.129400E+00	1.196473E-01	3.239412E+00
4231	5.05051000E+00	3.675000E+00	3.496686E-02	2.042070E+00	1.223993E-01	3.246211E+00
4232	5.08869000E+00	3.737501E+00	3.577932E-02	2.104890E+00	1.229254E-01	3.259032E+00
4233	5.27984000E+00	3.775002E+00	3.984700E-02	2.143990E+00	1.306445E-01	3.324409E+00
4234	5.46288000E+00	3.750000E+00	4.374209E-02	2.120520E+00	1.386105E-01	3.388870E+00
4235	5.50000000E+00	3.753399E+00	4.453200E-02	2.124230E+00	1.399280E-01	3.402163E+00
4236	5.73543000E+00	3.775004E+00	5.011640E-02	2.150270E+00	1.497148E-01	3.472992E+00
4237	6.00000000E+00	3.775001E+00	5.639200E-02	2.155250E+00	1.596522E-01	3.555176E+00
4238	6.02896000E+00	3.775001E+00	5.690071E-02	2.155890E+00	1.607888E-01	3.563965E+00
4239	6.50000000E+00	3.717875E+00	6.517500E-02	2.109170E+00	1.769179E-01	3.710112E+00
4240	6.54425000E+00	3.712506E+00	6.595469E-02	2.104750E+00	1.794025E-01	3.720725E+00
4241	6.96001000E+00	3.687490E+00	7.328038E-02	2.088650E+00	1.995424E-01	3.821681E+00
4242	7.00000000E+00	3.684203E+00	7.398500E-02	2.086220E+00	2.012962E-01	3.831509E+00
4243	7.41645000E+00	3.649992E+00	8.009099E-02	2.053810E+00	2.139068E-01	4.011862E+00
4244	7.50000000E+00	3.637712E+00	8.131600E-02	2.041890E+00	2.159635E-01	4.048650E+00
4245	7.94980000E+00	3.571639E+00	8.878484E-02	1.977260E+00	2.388941E-01	4.208175E+00
4246	8.00000000E+00	3.564258E+00	8.961840E-02	1.969760E+00	2.412045E-01	4.226159E+00
4247	8.01201000E+00	3.562497E+00	8.979778E-02	1.968000E+00	2.418950E-01	4.227537E+00
4248	8.50000000E+00	3.489348E+00	9.708680E-02	1.894860E+00	2.615519E-01	4.282742E+00
4249	8.76247000E+00	3.450000E+00	1.014120E-01	1.857030E+00	2.777208E-01	4.212747E+00
4250	9.00000000E+00	3.422997E+00	1.053262E-01	1.831400E+00	2.929015E-01	4.149043E+00
4251	9.44250000E+00	3.372711E+00	1.126473E-01	1.781770E+00	3.136219E-01	4.067361E+00
4252	9.50000000E+00	3.366165E+00	1.135986E-01	1.775310E+00	3.160561E-01	4.056530E+00
4253	9.53232000E+00	3.362492E+00	1.139836E-01	1.771810E+00	3.174948E-01	4.053115E+00
4254	1.00000000E+01	3.300626E+00	1.195540E-01	1.712450E+00	3.391023E-01	4.011543E+00
4255	1.00047000E+01	3.300009E+00	1.195975E-01	1.711950E+00	3.392945E-01	4.009825E+00
4256	1.00250000E+01	3.297773E+00	1.197853E-01	1.710220E+00	3.400868E-01	4.002444E+00
4257	1.00252700E+01	3.297743E+00	1.197878E-01	1.710197E+00	3.400975E-01	4.002346E+00
4258	1.08013000E+01	3.212503E+00	1.269668E-01	1.644330E+00	3.698956E-01	3.763994E+00
4259	1.10000000E+01	3.175163E+00	1.288050E-01	1.611950E+00	3.792252E-01	3.716697E+00
4260	1.13334000E+01	3.112506E+00	1.311428E-01	1.566800E+00	3.933018E-01	3.604119E+00
4261	1.20000000E+01	3.013500E+00	1.358170E-01	1.502800E+00	4.218257E-01	3.446316E+00
4262	1.23434000E+01	2.962498E+00	1.374537E-01	1.461580E+00	4.420877E-01	3.455747E+00
4263	1.30000000E+01	2.880433E+00	1.405833E-01	1.398220E+00	4.811439E-01	3.502677E+00
4264	1.40000000E+01	2.755446E+00	1.424037E-01	1.302240E+00	6.281021E-01	3.418338E+00
4265	1.42435000E+01	2.725002E+00	1.428469E-01	1.278860E+00	6.693033E-01	3.405769E+00
4266	1.45000000E+01	2.703052E+00	1.433138E-01	1.264350E+00	7.126741E-01	3.395905E+00
4267	1.50000000E+01	2.660260E+00	1.373553E-01	1.229860E+00	8.266320E-01	3.361831E+00
4268	1.60000000E+01	2.574667E+00	1.254383E-01	1.160870E+00	1.080325E+00	3.330124E+00
4269	1.61422000E+01	2.562496E+00	1.233947E-01	1.149980E+00	1.116587E+00	3.331880E+00
4270	1.70000000E+01	2.507237E+00	1.110672E-01	1.102450E+00	1.333888E+00	3.363037E+00
4271	1.75000000E+01	2.475032E+00	1.038816E-01	1.074750E+00	1.463375E+00	3.397476E+00
4272	1.78885000E+01	2.450001E+00	1.014299E-01	1.055130E+00	1.557552E+00	3.441305E+00
4273	1.80000000E+01	2.447218E+00	1.007262E-01	1.053900E+00	1.582046E+00	3.454149E+00
4274	1.90000000E+01	2.422312E+00	9.441545E-02	1.042920E+00	1.796984E+00	3.574615E+00
4275	1.93940000E+01	2.412504E+00	9.192901E-02	1.038600E+00	1.878792E+00	3.624684E+00

1	i	energy	total	absorption	elastic	heating	gamma prod
	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	4276	2.00000000E+01	2.362505E+00	8.810470E-02	9.970400E-01	2.028149E+00	3.704572E+00

1 i energy (n,2n) (n,n*)p (n,n*1) (n,n*2) (n,n*3) (n,n*4)

```

-----
1704 6.99999900E-02          0.000000E+00
1705 7.00000100E-02          3.033616E-02
1706 7.25000000E-02          7.044217E-02
1707 7.50000000E-02          1.105483E-01
1708 8.50000000E-02          2.709730E-01
1709 9.50000000E-02          4.313977E-01
1710 9.99999000E-02          5.116084E-01
1711 1.00000100E-01          5.116100E-01
1712 1.05000000E-01          5.129926E-01
1713 1.15000000E-01          5.157579E-01
1714 1.25000000E-01          5.185231E-01
1715 1.35000000E-01          5.212884E-01
1716 1.45000000E-01          5.240536E-01

```

<< 一部省略 >> << 一部省略 >> << 一部省略 >> << 一部省略 >>

37.0s
